31-03-2021

FORENINGEN ALS STENREV

Genopretning af stenrev ved Als

Fiske- og vegetationsmonitering 2016-2020

Genopretning af stenrev ved Als

Fiske- og vegetationsmonitering 2016-2020

FORENINGEN ALS STENREV

PROJEKTNUMMER.: 1321500163
DATO: 31-03-2021
RÅDGIVER: NATHALIE VINDEL OG LOUISE KRISTENSEN
PROJEKTLEDER: LOUISE KRISTENSEN
KVALITETSSIKRET AF: ANNA SCHRIVER
GODKENDT AF: LEA BJERRE SCHMIDT

WSP DANMARK A/S

WSP.COM

Resume 3
Baggrund 3
Fiskeundersøgelser 3
Vegetationsmonitering 3
1 Baggrund 5
2 Metode 6
2.1 Fiskeundersøgelser 6
2.1.1 Området 6
2.1.2 Oversigtsgarn og yngelruser 7
2.1.3 Statistiske analyser 8
2.2 Vegetationsundersøgelse 10
2.2.1 Området 11
3 Resultater for fiskeundersøgelse 12
3.1 Antal og Biodiversitet 12
3.1.1 2016 12
3.1.2 2018 14
3.1.3 2020 16
3.1.4 Sammenligning mellem årene 19
3.2 Størrelsesfordeling 24
3.2.1 2016 24
3.2.2 2018 26
3.2.3 2020 28
4 Resultater for vegetationsmonitering 31
4.1 Bredgrund Rev 31
4.1.1 2016, Bredgrund Rev 31
4.1.2 2019, DTU Toppe 32
4.1.3 2019, Forskerrev 34
4.1.4 2020 Bredgrund Rev 36
4.2 Poseidons Rev 39
4.2.1 2019 39
4.2.2 2020 45
4.2.3 Udviklingen fra 2019-2020 48
5 Diskussion 51
5.1 Fiskeundersøgelser 51
5.1.1 Antal og Biodiversitet 51
5.1.2 Størrelsesfordeling 54

5.1.3 Andre påvirkninger og perspektivering 54
5.2 Vegetationsundersøgelser 56
5.2.1 Bredgrund Rev 56
5.2.2 Poseidons Rev 56
6 Konklusion 59
6.1 Fiskeundersøgelser 59
6.2 Vegetationsundersøgelser 59
7 Tak til 60
8 Referencer 61

RESUME

BAGGRUND

Der er fjernet stenrev fra de danske kystnære områder i de sidste 100 år igennem decideret stenfiskeri. Stenene er brugt til havnemoler og andet byggeri. Omkring Als er der fjernet adskillige m^3 sten med alvorlige økologiske konsekvenser til følge. Foreningen Als Stenrev har derfor taget initiativ til at genetablere flere af disse stenrev. I 2016 foretog WSP Danmark en forundersøgelse af fiskesamfund og vegetation før der i 2017 blev genetableret huledannende stenrev på Bredgrund. WSP Danmark har gentaget moniteringen to gange for at følge den biologiske udvikling i området. Resultatet af moniteringen er præsenteret i det følgende.

FISKEUNDERSØGELSER

Der var en signifikant forskel på fiskeforekomsten på det genetablerede stenrev på 6 m dybde. Resultatet viser, at der var tale om en krydseffekt af tid og område, dvs. at den signifikante ændring kan tilskrives stenrevet og ikke tid og område. Der var ikke samme signifikante forskel for fangsterne på 9 m dybde. Undersøgelsen her viser dog, at det har været muligt at forbedre fiskehabitater på Bredgrund ved at genetablere huledannende stenrev.

Før genetableringen af huledannende stenrev på Bredgrund, var de dominerende arter primært fladfiskearter såsom ising, rødspætte og pighvar. Der blev dog også fanget havkarusse, som indikerede, at Bredgrund også omfattede hårdbundede områder. Dette er naturligvis forventeligt grundet de mange års stenfiskeri. Gradvist er forekomsten af rundfisk gået frem, så det i 2018 var havkarusse, ulk og hvilling, der var de dominerende arter. Endelig i 2020 er topprædatorer såsom torsk og hvilling blandt de dominerende arter, sammen med havkarusse og ulk. Den højere forekomst af torsk på revet er et tydeligt tegn på, at kvaliteten af fiskehabitatet er øget med genetableringen af stenrevene. Dette understøttes af, at den biomasse, der fanges på revet, er fordoblet i perioden 2016 til 2020.

Generelt er der kommet flere store fisk på Bredgrund efter genetableringen af huledannende stenrev i området. Særligt er størrelsesfordelingen af torsk og hvilling steget markant i 2020 sammenlignet med 2016. Det tyder på, at genetableringen af stenrevene har øget kvaliteten af fiskehabitatet, så de nu også kan understøtte topprædatorer og højere trofiske niveauer, med tilstrækkelige mængder føde. Der var generelt set kommet flere torsk uanset størrelse på det genetablerede stenrev i 2020, sammenlignet med før udlægningen af stenrev. Stenrevene med de etablerede tangskove giver således øgede muligheder for juvenile torsk at søge skjul for større prædatorer. De huledannende stenrev har således også forbedret levevilkårene for de mindre arter. Nærværende undersøgelse viser således, at det er muligt at genetablere huledannende stenrev og derved øge kvaliteten af fiskehabitater.

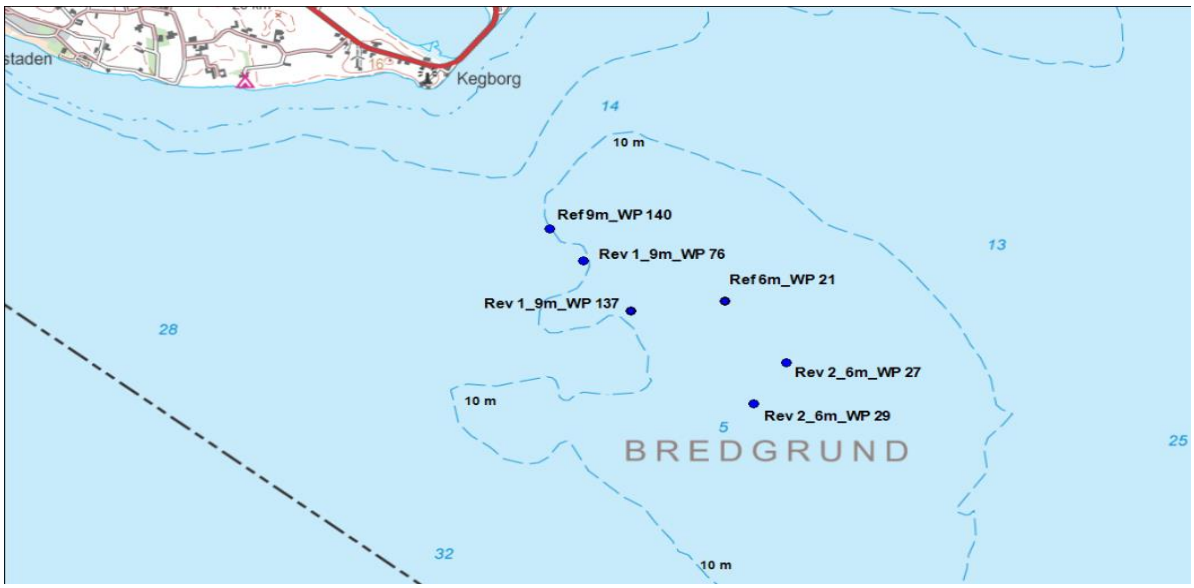
VEGETATIONSMONITERING

Efter genetableringen af to stenrevsområder i Middelgrund og Bredgrund, syd for Als, er makroalgesamfundene i positiv udvikling. På Poseidons Rev, i Middelgrund, sker der en positiv udvikling i balancen mellem et- og flerårige arter, hvor dækningsgraden af flerårige stiger med 9%, og etårige falder med tilsvarende 9%. På Bredgrund Rev udvikler den procentvise fordeling sig for flerårige arter, fra 2016 til 2019, positivt med 6%, og fra 2019-2020 positivt med 28%, og for etårige arter, fra 2016-2019, negativt med 5%, og fra 2019-2020, negativt med 29%. En negativ udvikling i dækningsgraden for etårige arter, og en fremgang for

flerårige, betyder, at revene er i overordnet positiv udvikling. Dog er der stor forskel på balanceforholdet mellem et- og flerårige arter på de to rev, som er placeret i middel- og yderfjord. Det er tydeligt, at de fysiske forhold, som betinger væksten for attraktive, flerårige arter, har skabt bedre forudsætninger for et habitat i trivsel, og en sundere dynamik i yderfjorden, hvor iltsvind er mindre kritisk og hvor udskiftningen i vandsøjlen er større. På Bredgrundrevene trives dybdesvarende arter såsom unge individer af Sukkertang, Blodrød ribbeblad mfl.

1 BAGGRUND

Igennem de sidste 100 år er der fjernet ca. otte mio. m^3 sten fra de danske kystnære områder ved målrettet stenfiskeri for at anvende stenene til byggeri af bl.a. havnemoler. Også omkring Als er der fjernet adskillige m^3 sten med alvorlige økologiske konsekvenser til følge. Foreningen Als Stenrev har derfor taget initiativ til at genetablere flere af disse stenrev omkring Als (Figur 1). WSP Danmark (tidligere Orbicon) har været ansvarlig for at dokumentere effekten af genetableringen af stenrev i 2017 på Bredgrund. Dette blev gjort ved at monitere forekomsten af fisk, herunder desuden fiskenes anvendelse af revet, både før og efter genetableringen af revet. Derudover blev vegetationens dækningsgrad og artssammensætning moniteret.



Figur 1 Placering af stationer til fiskeundersøgelse på Bredgrund, Als Stenrev.

I 2016, før etableringen af stenrev, blev der gennemført moniteringsundersøgelser, med henblik på at klarlægge de nye revs effekt på den almene naturtilstand i området. I 2018 – et år efter etableringen af stenrevet - blev der igen gennemført undersøgelser (vegetationsundersøgelsen blev dog udskudt til 2019), og de sidste undersøgelser blev foretaget tre år efter etableringen, dvs. i 2020. I det følgende gives en opsummering af resultater for 2016 og 2018 angivet sammen med præsentation af resultater for 2020. Derudover er udviklingen i naturtilstanden i området analyseret og diskuteret.

Moniteringen vil samlet set give et klart billede af projektets betydning i forhold til en række biologiske forhold, såsom fiskefaunaens udnyttelse af revene, den samlede biodiversitet, ændringer i fødekædens struktur, og forekomsten af en række forskellige organismer, såsom makroalger og ålegræs. WSP har også været ansvarlig for at dokumentere effekten af genetableringen af stenrev på udviklingen af makroalgebestanden i 2016, 2019 og 2020 på Bredgrund Rev og 2019 og 2020 på Poseidons Rev, som blev genetableret i 2012. Dette blev gjort ved at screene revene for makroalgearter, samt bestemme dækningsgraden både før og efter revetableringerne.

I 2016, før genetableringen af Bredgrund Rev, blev der gennemført en screening, med henblik på at klarlægge de nye revs effekt på den natur- og miljømæssige tilstand i området. I 2019 og 2020 blev en undersøgelse med samme metodik gennemført på Poseidons Rev og Bredgrund Rev. En analyse af indsamlede data ved feltundersøgelser skal muliggøre en sammenligning mellem årene og dermed vurdere hvordan makroalgesamfundet udvikler sig på stenrev i området. En dokumenteret udvikling kan være med til at give et billede af, hvilke effekter stenrev har på det omgivne miljø, og om disse effekter er positive- eller negative ift. økosystemets totale dynamik.

2 METODE

2.1 FISKEUNDERSØGELSER

Opgaven omfatter biologisk monitering af fiskebestanden og større invertebrater, samt vegetationen, databehandling og levering af kvalitetssikrede data. Indsamlingen og analysen af data er foregået efter deduktive principper, hvor resultatbehandlingen inkluderer analyse og fortolkning af resultaterne. Der er, i databehandlingen, taget højde for, at ændringen i fiskeforekomster sker gradvist over tid efterhånden som det genskabte rev etablerer et stabilt samfund. Der er anvendt samme metodik til undersøgelserne i både 2016, 2018 og 2020. Der er, i projektet, søgt dispensation hos Fiskeristyrelsen (tidl. NaturErhvervstyrelsen) til fiskeriundersøgelser med specialfremstillede biologiske oversigtsgarn, samt yngelruser. Dispensationen blev givet iht. lovbekendtgørelse nr. 568 af 5. juni 2014, § 109 stk. 1. *Bekendtgørelse af lov om fiskeri og fiskeopdræt*. I 2018 var det ikke muligt at fiske med ruser eller foretage videooptagelse grundet dårlige vejrforhold i en længere periode omkring det planlagte feltarbejde. Videooptagelserne blev i stedet udskudt til 2019. Der blev sat oversigtsgarn ud på tre stationer i både et kontrolområde, samt et revområde. Undersøgelserne følger desuden de angivne standardmetoder fra teknisk anvisning for marin overvågning, NOVANA.

2.1.1 OMRÅDET

I 2017 blev der genetableret stenrev på Bredgrund ved Als. De genetablerede stenrev blev placeret i områder, hvor der tidligere har ligget stenrev, indtil stenene blev fisket op med henblik på at bruge dem som havnemoler eller i byggeindustrien. For at dokumentere effekten af de genetablerede stenrev blev der udført forsøgsfiskeri på seks udvalgte stationer, to kontrolområder og fire genetableringsområder (Tabel 1). Referencestationerne er placeret minimum 500 m fra den nærmeste genetableringsstation, for at undgå, at fiskene fra det reetablerede revområde spreder sig ud i kontrolområdet.

Tabel 1 Koordinater (UTM - WGS84 og decimalgrader – zone 32) for placering af de seks undersøgelsesstationer.

Station nr.	Film WP	Dybde	Betegnelse	UTM (WGS84)		Decimal grader (Zone 32)	
				N	E	N	E
Als Rev St 1 9m	WP76	9 m	G1	6076717.98	564985.88	54.83336	10.01173
Als Rev St 2 9m	WP137	9 m	G2	6076099.84	565468.14	54.82775	10.0191
Als Ref. 9m	WP140	9 m	G10	6077010.26	564678.7	54.83603	10.00702
Als Rev St 1 6m	WP27	6 m	G3	6075475.58	567040.91	54.82193	10.04343
Als Rev St 2 6m	WP29	6 m	G4	6074968.13	566714.26	54.81742	10.03823
Als Ref. 6m	WP21	6 m	G5	6076223	566416	54.82873	10.03388

2.1.2 Oversigtsgarn og yngelruser

I 2016 blev der fisket med to oversigtsgarn og en yngelruse på hver af de seks undersøgelsesstationer i tre konsekutive nætter i august (14.-17. august 2016). Ruserne blev dog kun sat to nætter. Fangst for de enkelte ruser inkluderer den samlede fangst for begge kalve (begge ender). I 2018 blev fiskeundersøgelserne udført på samme vis som i 2016 – dog uden ruser, grundet dårligt vejr. I 2018 blev fiskeundersøgelserne foretaget i perioden 7.-10- september. Der blev, ved en fejl, ikke noteret individuel vægt for fiskene i 2018. Fiskeundersøgelserne i 2020 blev udført i perioden 25.-26. maj, og der blev kun sat et garn på hver af de seks stationer, mens rusefiskeriet blev udført på i alt fire stationer (6 m rev, 9 m rev og begge referencestationer). Både garn og ruser blev sat i to konsekutive nætter. Alle analyser er foretaget på standardiseret data omregnet til CPUE (Catch Per Unit Effort), som i dette tilfælde er fangst per redskab pr. dag (se *Tabel 2* og *Tabel 3* for overblik over fiskeriindsatsen).

Tabel 2 Fiskeriindsatsen for biologiske oversigtsgarn sat på Bredgrund fra 2016-2020. Bemærk, at fiskeriindsatsen var tre gange så høj i 2016 og 2018 som i 2020. Dette er der taget højde for i databehandlingen ved at anvende CPUE (Catch Per Unit Effort).

	2016	2018	2020
6 m reference	6	6	2
6 m rev	12	12	4
6 m reference	6	6	2
6 m rev	12	12	4

Tabel 3 Fiskeriindsatsen for yngelruser sat på Bredgrund fra 2016-2020. Bemærk, at fiskeriindsatsen var højere i 2016 sammenlignet med 2020, mens der ikke blev fisket med ruser i 2018. Dette er der taget højde for i databehandlingen ved at anvende CPUE (Catch Per Unit Effort).

	2016	2018	2020
6 m reference	3	0	2
6 m rev	6	0	2
6 m reference	3	0	2
6 m rev	6	0	2

Som udgangspunkt blev fiskeundersøgelserne og den tilhørende datahåndtering foretaget som beskrevet i den nyeste udgave af Nationalt Center for Miljø og Energi´s (DCE) *Teknisk anvisning for marin overvågning 6.1. Fiskeundersøgelser i kystnære marine områder.* De anvendte biologiske oversigtsgarn, bestående af bundstående gællegarn, er særligt velegnede til at påvise tilstedeværelsen af fisk af forskellig størrelse og art (Eigaard, et al., 2000). Hvert garn var 1,5 m høj og 100 meter lang med ca. 1 meter mellem hver af de 12 sektioner/paneler med forskellige maskestørrelse (6,5; 8,5; 11,0; 14,3; 18,6; 24,2; 31,4; 40,9; 53,1; 69,0; 89,8; 116,7 mm), kombineret så de var tilfældigt fordelt (se rækkefølgen af sektioner i **Fejl! Henvisningskilde ikke f undet.**). Det enkelte net blev sat på en lige linje i strømretningen med den udvalgte UTM-koordinat placeret midt på nettet.

Tabel 4 Rækkefølgen af net med varierende maskestørrelser anvendt i oversigtsgarn. Nettene er sat i tilfældige rækkefølger og giver i alt 12 forskellige kombinationer.

COMBINATION / PANEL												
Type	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	30,0mm	18,5mm	6.5mm	11,0mm	15,0mm	90,0mm	25,0mm	110,0mm	40,0mm	8,5mm	55,0mm	70,0mm
B	11,0mm	6.5mm	30,0mm	90,0mm	25,0mm	55,0mm	18,5mm	40,0mm	110,0mm	70,0mm	15,0mm	8,5mm
C	90,0mm	11,0mm	25,0mm	110,0mm	55,0mm	18,5mm	40,0mm	70,0mm	15,0mm	8,5mm	6.5mm	30,0mm
D	18,5mm	110,0mm	70,0mm	90,0mm	55,0mm	25,0mm	40,0mm	15,0mm	8,5mm	30,0mm	6.5mm	11,0mm
E	110,0mm	30,0mm	70,0mm	90,0mm	55,0mm	8,5mm	25,0mm	15,0mm	6.5mm	40,0mm	11,0mm	18,5mm
F	24,0mm	90,0mm	6.5mm	11,0mm	40,0mm	55,0mm	30,0mm	18,5mm	15,0mm	110,0mm	8,5mm	70,0mm
G	55,0mm	25,0mm	70,0mm	90,0mm	6.5mm	40,0mm	11,0mm	30,0mm	18,5mm	15,0mm	110,0mm	8,5mm
H	15,0mm	70,0mm	8,5mm	25,0mm	30,0mm	11,0mm	55,0mm	18,5mm	110,0mm	90,0mm	6.5mm	40,0mm
I	30,0mm	11,0mm	40,0mm	18,5mm	6.5mm	55,0mm	8,5mm	110,0mm	70,0mm	15,0mm	25,0mm	90,0mm
J	8,5mm	90,0mm	30,0mm	55,0mm	11,0mm	110,0mm	25,0mm	40,0mm	70,0mm	15,0mm	6.5mm	18,5mm
K	90,0mm	55,0mm	18,5mm	70,0mm	8,5mm	40,0mm	25,0mm	11,0mm	6.5mm	30,0mm	15,0mm	110,0mm
L	8,5mm	30,0mm	25,0mm	18,5mm	55,0mm	40,0mm	6.5mm	11,0mm	70,0mm	15,0mm	110,0mm	90,0mm

Garnene blev sat om eftermiddagen (mellem kl. 15:00 og 18:00) og røgtet den efterfølgende morgen (mellem kl. 07:00 og 10:00). Det blev tilstræbt, at alle redskaber fiskede i 12-16 timer. Hver fisk blev målt (totallængde fra snudespids til halespids) til nærmeste lavere halve cm og vejet (Figur *2*), når det var muligt grundet stort fangsttab til fouragerende krabber. Når det var muligt, blev længden af de ædte fisk estimeret og noteret, mens vejning blev udeladt. Fangsterne blev registreret i fagsystemet Fiskbase på Miljøportalen. Alle fangster er opgjort pr. station.

Figur 2 Biologiske oversigtsgarn blev tømt for fisk, som efterfølgende blev artsbestemt, målt og vejet.

2.1.3 Statistiske analyser

Der er, til analysen af fiskedata for årene 2016, 2018 og 2020, blevet anvendt et Before/After-Control/Impact-forsøgsdesign (BACI-design) i undersøgelsen, da denne analyseform er særligt robust over for variationen, som kan forventes i fiskefauna, og desuden gør det muligt at teste, hvorvidt evt. observerede ændringer i resultaterne skyldes tiden (før/efter), området (kontrol-/revområdet), eller om ændringen specifikt skyldtes tilføjelsen af et stenrev (krydseffekten mellem tid og området).

Fangstdata er analyseret vha. nMDS (nonmetric Multidimensional Scaling) ordination. nMDS og samhørende analysemetoder benyttes til visualisering og til formelle permutationstests af de indbyrdes “afstande” mellem prøveresultater, som kan beregnes med udgangspunkt i prøvernes artssammensætning og vægtet med arternes abundans i prøverne. Første trin er at udregne ”afstanden” mellem prøverne baseret på et passende afstandsmål. Jo større afstanden er mellem datapunkterne, des mindre ligner de hinanden. Der er en række forskellige afstandsmål at vælge imellem, og hver metode har sine fordele og ulemper. Den metode, der er anvendt her, er Bray-Curtis Similarity, som generelt anvendes som similaritetsmål for prøver af prøver af benthisk fauna. Hvis indekset for similaritet angives som procent, så vil similariteten variere mellem 0 og 100 svarende til helt forskellig til helt ens. Ved at transformere rådata er det muligt at øge eller mindske betydningen af forskellige parametre såsom tilstedeværelsen af sjældne arter, når man skal beregne similaritets indekset. Det endelige produkt er en N*N distance matrix, som angiver alle de gensidige afstande mellem studier med N prøver.

Similariteterne i denne undersøgelse er blevet beregnet vha. kvadratrodstransformerede individantal, som lægger vægt på abundans og mindre vægt på sjældne arter. Similariteten er her præsenteret grafisk som en Multi-Dimensional Scaling-plot eller MDS-plot. MDS er en kompleks matematisk metode til at konstruere et kort over prøveresultaterne i et bestemt antal dimensioner. Formålet med kortet er at placere prøveresultaterne på kortet i overensstemmelse med de beregnede distancer. Hvis prøve A ligner B mere end C, så skal A ligge tættere på B end på C i MDS-plottet. Hvor godt det visuelle udtryk i MDS-plottet stemmer overens med de beregnede afstande mellem prøverne udtrykkes ved en stress-faktor; jo lavede stress-faktor jo bedre overensstemmelse.

Til den aktuelle analyse og visualisering er der foruden den grundlæggende databearbejdning beskrevet ovenfor, benyttes en række teknikker:

- CLUSTER-analysen grupperer prøverne i forhold til deres indbyrdes similaritet og danner grupper af prøver i et hierarki. Resultatet fra Clusteranalysen er blevet anvendt som visualiseringsteknik i MDS-diagrammerne.
- SIMPER- analysen undersøger bidraget målt i procent fra hver art når man dels ser på similariteten mellem prøver indenfor en bestemt gruppering og dels når man ser på dissimilariteten (uligheden/afstanden) mellem forskellige grupperinger. En gruppering kan f.eks. være alle prøver fra et bestemt område eller et bestemt område.
- PERMANOVA er en rutine til at teste den samtidige respons af en række variable (her = arter) overfor ændringer i en række faktorer. Analysen er lig den klassiske ANOVA (Variansanalyse), men udføres her på grundlag af ligheden mellem prøverne og på basis af permutationsteknikker. I den aktuelle undersøgelse testes det klassiske BACI-design, idet prøveåret 2016 og årene 2018+2020 udgør Before-After delen mens områdeinddelingen Referenceområde og Revområde udgør Control-Impact delen. I BACI-designet er den interessante effekt vekselvirkningen mellem tidspunkt og sted, da en signifikant vekselvirkning er tegn på, at der er sket en forskellig udvikling i Impact og Control-område over tid. Permutationsteknikken sikrer, at analysen er uden formelle krav til datafordeling eller variansstabilitet, som det er tilfældet i den klassiske ANOVA. Populært sagt testes det, om det tilhørsforhold prøverne som udgangspunkt har til tidspunkt og placering, er unikt i forhold til alle de andre tilhørsforhold prøverne kan have, hvis prøvernes ”mærkater” blandes et stort antal gange. Aktuelt blandes tilhørsforholdet 1000 gange og for hver permutation måles afstanden mellem grupperne på ”mærkaterne”. Hvis den oprindelige ligger yderligt (< 5%) i forhold til alle de øvrige betragtes værdien som signifikant.

2.2 VEGETATIONSUNDERSØGELSE

Opgaven omfattede feltundersøgelse af makroalgebestanden, databehandling samt levering af kvalitetssikrede data. Indsamlingen og analyse af data foregik ved deduktiv metode, med forbehold for at fysiske forhold, som forudsætter makroalgers vækst- og etableringstid, er variable. Som udgangspunkt følger databehandlingen tekniske anvisninger beskrevet i NOVANA for det marine miljø (Hansen, 2019) med den undtagelse, at dækningsgraden for makroalger i analysen angives som kumuleret dækningsgrad vurderet ud fra videomaterialet. Da makroalgerne vokser i etager, kan den kumulerede dækningsgrad være >100 pct. I analysen angives den kumulerede dækningsgrad baseret på det totale, synlige dække. Den præcise beregning kræver, at bladkronen på hver alge foldes ud over substratet, hvilket ikke var muligt, da analysen baserede sig på videooptagelser. Ydermere angives den kumulerede dækningsgrad ud fra en beregning af den gennemsnitlige dækningsgrad for hver enkelte art. Beregningen laves ud fra hver enkelte optagelse. Dækningsgraden anslås for hver art på revet ud fra videomateriale, som er filmet dels ved dykning hen over revet (håndholdt), og dels ved at placere stationære kameraer ved revet (stationær). Undersøgelsen dækker udelukkende arter på fast hård bund. Screeninger foretages hhv. i juli/august alle år, så vidt det er muligt.

En kumuleret dækningsgrad giver, ifølge (Hansen, 2019), det mest retvisende billede af dækningsgraden, hvor tidligere forskning anslår dækningsgraden ved 0-100 pct. Begge værdier vil være angivet i analysen for senere at kunne danne sammenligningsgrundlag - dog forventes dækningsgraden at være <100 procent i områderne. I områder med en høj dækningsgrad af epifytter, eller hvor makroalger træffes i mange lag, bør dækningsgraden anses som omtrentlig. Der kan ligeledes være arter, som ikke er fundet. Jf. tekniske anvisninger om beregning af dækningsgrad for makroalger på kystnær hård bund, vil drivende, opportunistiske makroalger blive medregnet i den totale dækningsgrad. Drivende, opportunistiske makroalger omfatter alger, som favoriseres af høj næringsstoftilførsel.

Vegetationsundersøgelser blev gennemført på Poseidons rev i 2019 og 2020, hhv. syv og otte år efter stenrevets etablering. Makroalger observeres fysisk under dyk på revet, og revet screenes med videokamera, hvilket muliggør en estimering af dækningsgraden af hver enkelte art på revet, samt en vurdering af udviklingen fra 2019 til 2020.

På Bredgrund Rev blev der foretaget en screening af makroalger i 2016, 2019 og 2020, hhv. et år før udlægningen af sten, samt to og tre år efter udlægningen. I 2016 og 2020 blev screeningen foretaget vha. dykker, mens screeningen i 2019 foregik vha. videokamera. Dette muliggjorde en estimering af dækningsgraden af hver enkelte art på revet, samt en vurdering af udviklingen i perioden. Udviklingen i makroalgebestanden skulle oprindeligt være fulgt i 2016, 2018 og 2020 hhv. før genetablering, og et og tre år efter genetablering af stenrev på Bredgrund. Desværre blev moniteringen af makroalger umuliggjort af dårligt vejr i en lang periode af sensommeren i 2018. I stedet blev moniteringen i 2018 udskudt til 2019.

I 2019 var det ikke muligt at lokalisere Bredgrund-revene, hvorfor moniteringen i stedet fandt sted på revene ”DTU Toppe” og ”Forskerrev”, som blev etableret samtidigt, og i tilsvarende områder som Bredgrund revene. I 2020 foregik moniteringen vha. dykkerobservationer på de præcise positioner, men i tre tilfælde stemte denne ikke overens med de etablerede rev (hvilket også fremgår af feltskemaernes beskrivelser af stendækningen). Screeningerne har således været udført på hhv. Bredgrund rev, DTU Toppe og Forskerrev, som er placeret i samme område.

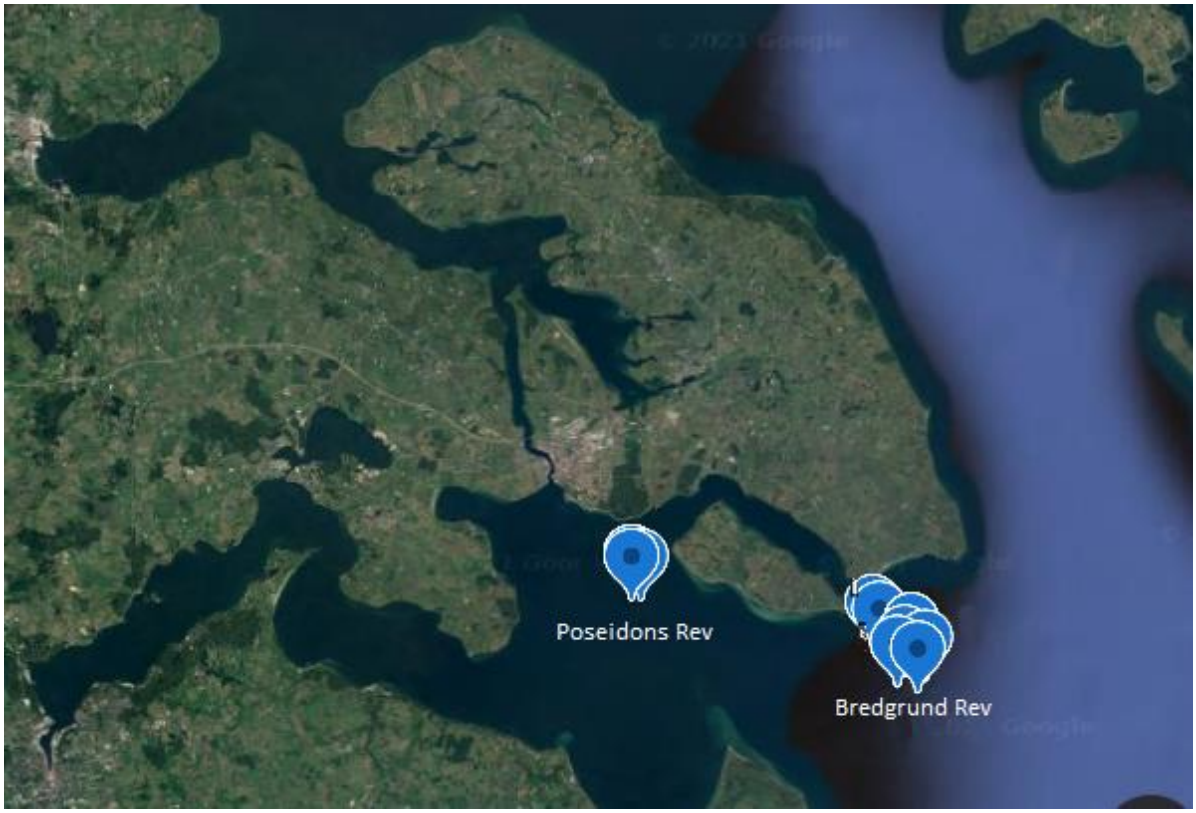
Bestanden af arter benyttes til at vurdere revets udvikling og tilstand. Udviklingen mellem årene kan give et billede af en gennemsnitlig etableringstid for makroalgesamfund på stenrev i lokalområdet, hvilken i høj grad afhænger af variable, fysiske forhold. Undersøgelserne vil samlet give et billede af stenrevenes betydning for en række biologiske forhold, såsom effekten på biodiversiteten, og det miljømæssige potentiale for stenrev i området.

Senere fik WSP Danmark til opgave også at foretage en screening på Poseidons Rev i 2019 og 2020. Resultatet af screeningen er inkluderet i denne rapport. Poseidons Rev blev etableret i 2012, så revene var hhv. syv og otte år på moniteringstidspunktet, og er således blandt de ældste genetablerede stenrev omkring Als. På Poseidons Rev blev makroalgerne observeret fysisk under dyk på revet, og revet blev screenet med videokamera, hvilket muliggør en estimering af dækningsgraden af hver enkelte art på revet, samt en vurdering af udviklingen fra 2019 til 2020.

2.2.1 Området

Bredgrund Rev inkl. revene ”DTU Toppe” og ”Forskerrev” er etableret i Flensborg Yderfjord i efteråret 2017 som keglerev af 5070 m^3 sten fra stenbrud i Norge, og huser otte rev, heraf to områder, som er navngivet ”DTU Toppe” (6,8 m) og ”Forskerrev” (7,1 m). Yderligere rev består af fire naturgenopretningsrev, og to rev til forskning v. DTU Aqua. Disse indgår ikke i analysen. Revet har været etableret i tre år i 2020.

Poseidons Rev er etableret i Middelgrund i september 2012 som et huledannende længderev af 2000 m^3 sten på seks meters dybde. Revet har været etableret i otte år i 2020. Screeninger, som indgår i analysen, er foretaget i 2019 og 2020. Poseidons Rev var det første stenrev, som blev genetableret ved Als Stenrev, og er etableret af sten fra motorvejsbyggeriet fra Sønderborg motorvej og fra lokale landmænd. Poseidons Rev er placeret cirka 10 km fra Bredgrund Rev (Figur 3).



Figur 3. Revpositioner for fiske- og vegetationsundersøgelser på Bredgrund Rev og Poseidons Rev.

3 RESULTATER FOR FISKEUNDERSØGELSE

3.1 ANTAL OG BIODIVERSITET

3.1.1 2016

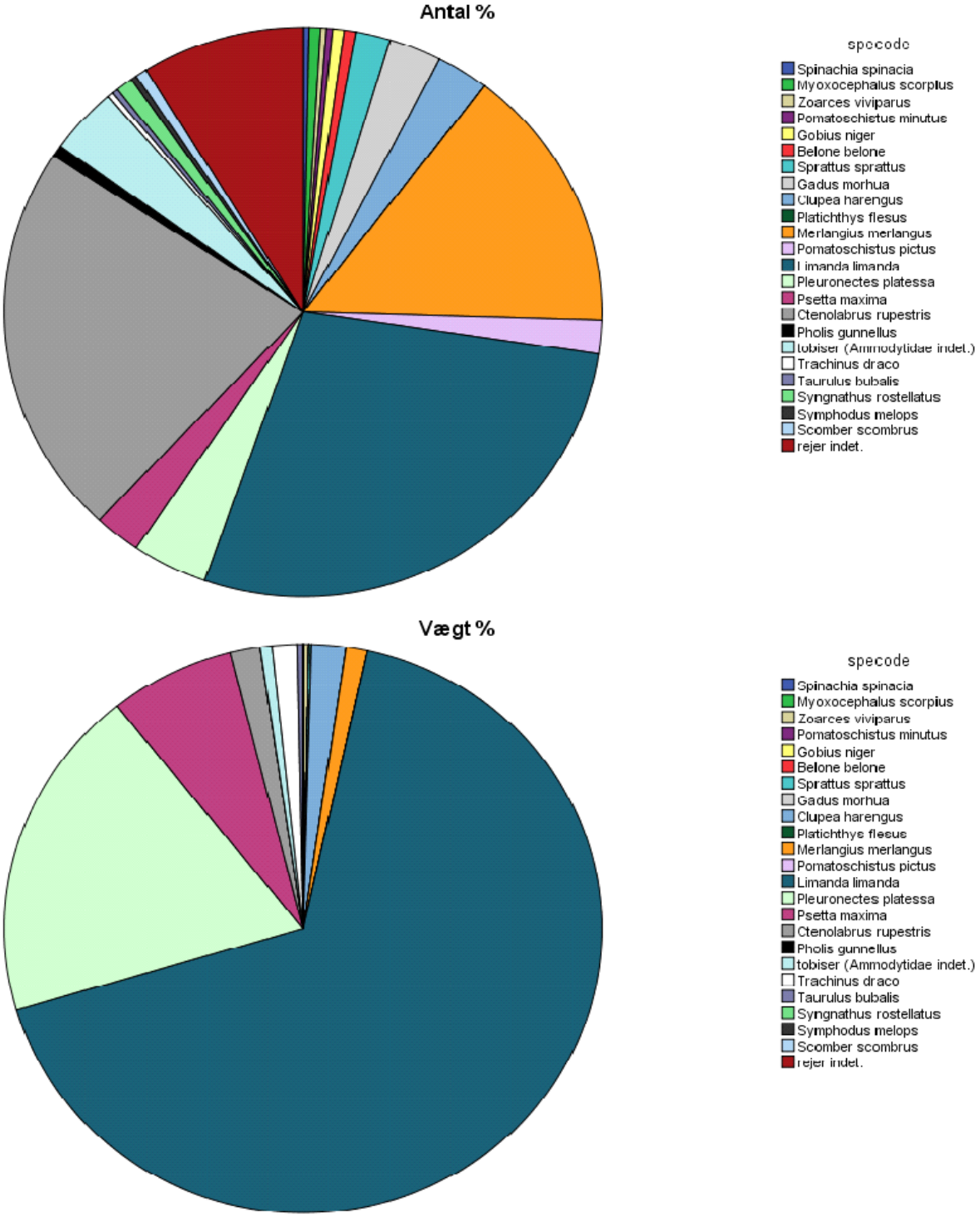
Sammenlagt for biologisk oversigtsgarn og yngelruser blev der, i 2016, fanget 290 fisk, fordelt på 22 fiskearter, og 40,02 kg på de seks stationer. Der blev sat 36 oversigtsgarn og 12 yngelruser over tre dage på Bredgrund. Dvs. en gennemsnitlig fangst på 834 g pr. redskab pr. dag. I oversigtsgarnene blev der i alt fanget 268 individer, fordelt på 18 fiskearter. I ruserne blev der fanget 22 fisk, fordelt på 8 fiskearter.

Fangsten i oversigtsgarnene var domineret af ising (89 stk. svarende til 30% af det totale antal), havkarusse (*Ctenolabrus rupestris*) (64 stk. svarende til 22% af det totale antal) og i mindre grad hvilling (*Merlangius merlangius*) (47 stk. svarende til 16% af det totale antal) (Figur 4). Vægtmæssigt er fangsten i oversigtsgarnene domineret af fladfiskearter, herunder ising (*Limanda limanda*) (67% af vægten), rødspætte (*Pleuronectes platessa*) (13 stk. og 18,9% af den totale vægt) og pighvarre (*Psetta maxima*) (8 stk. og 6,8% af den totale vægt) (se Figur 4).

I yngelruserne var fangsten generelt lav, og de dominerende arter var havkarusse (7 stk. og 2% af det totale antal) og spættet kutling (*Pomatoschistus pictus*) (6 stk. og 2% af det totale antal) (Figur 4). I ruserne blev der observeret sandkutling (*Pomatoschistus minutus*), spættet kutling, tangspræl (*Pholis gunnelus*) og lille tangnål (*Syngnathus rostellatus*), som ikke blev fanget i oversigtsgarnene.

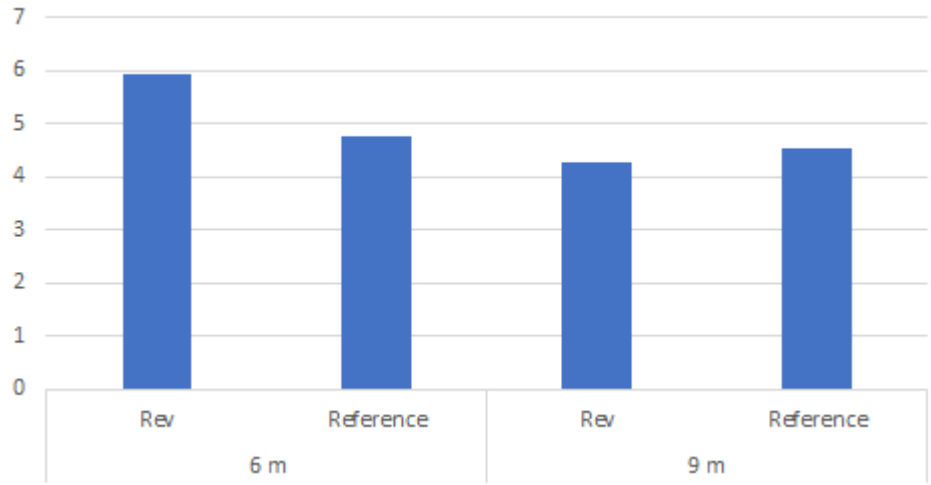
I ruserne blev der fanget strandkrabber (*Carcinus maenas*) på alle stationer, samt få hesterejer (*Crangon crangon*). Der blev også fanget almindelige fjordrejer (*Palaemon adspersus*) på både rev- og referencestationer på hhv. 6 m og 9 m dybde.

Antallet af arter fanget på biologisk oversigtsgarn varierede i mindre grad mellem stationerne. På Rev-stationerne på 6 m dybde blev der fanget 10 arter, mens der på referencestationen på 6 m dybde blev fanget 9 arter. På 9 m dybde blev der generelt fanget lidt færre fiskearter og individer sammenlignet med 6 m dybde. Der blev fanget 7, 9 og 6 fiskearter på hhv. st. 1: 9 m rev, st. 2: 9 m rev og 9 m referencestation.



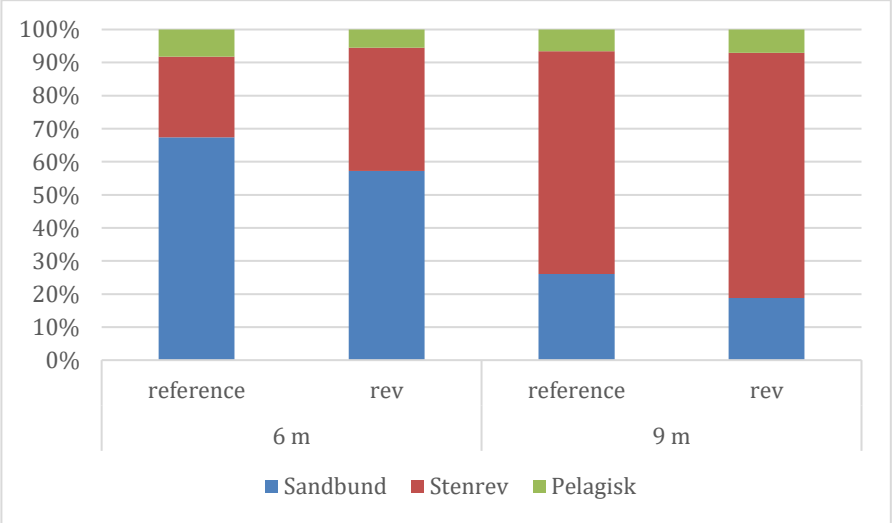
Figur 4 Artsfordelingen for fiskefangster i biologisk oversigtsgarn og yngelruser på Bredgrund i 2016. Figuren viser den procentuelle fordeling i hhv. antal og vægt af de enkelte fiskearter.

Fangsterne var i 2016 generelt lave, og der var ikke megen variation mellem områderne før genetableringen af stenrev (Figur 5). En hurtig undersøgelse af fangsterne for 2016 i hhv. kontrol og revområderne (data ikke vist her) viste, at de to områder på 6 m dybde ligner hinanden meget mht. den procentvise fordeling af fisk fra sandbund, rev og den pelagiske zone. Det samme gjorde de to områder på 9 m dybde. Der var dog, overordnet set, lidt flere revfisk på 9 m dybde (knap 50%) i både kontrol og i det kommende revområde, end der var på 6 m dybde.



Figur 5 Det totale antal fangede fisk i oversigtsgarn og ruser i 2016 standardiseret i CPUE (fangst pr. redskab pr. dag).

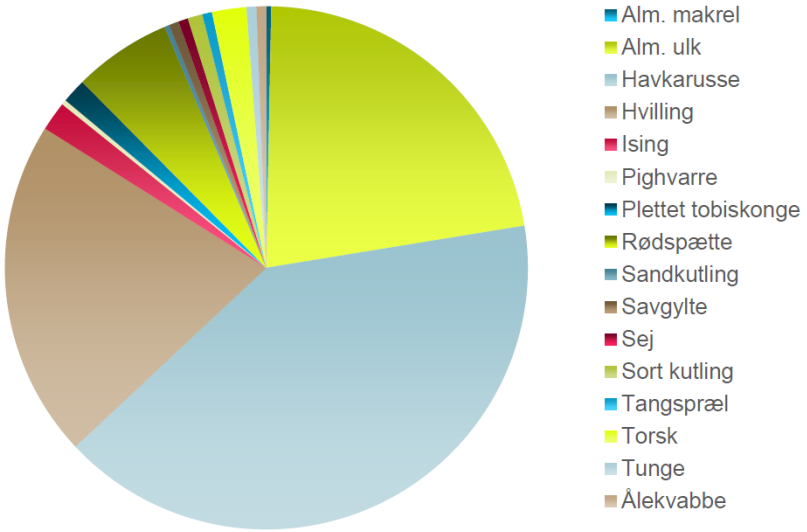
På 6 meters dybde dominerede sandbundsarter såsom ising, rødspætte, pighvar, fjæsing (*Trachinus draco*), tobis (*Ammodytidae sp.)* og sandkutling (Figur 6). Disse arter stod for ca. 60-70% af de samlede fangster i forhold til individantal. På 9 m's dybde var der en større forekomst af hårdbundsarterne havkarusse, savgylt (*Symphodus melops*), torskefisk (torsk (*Gadus morhua*) og hvilling), spættet kutling, tangspræl, ålekvabbe (*Zoarces viviparus*), alm ulk (*Myoxocephalus scorpius*) og langtornet ulk (*Taurulus bubalis*), samt tangspræl, tangnål og tangsnarre (*Spinachia spinachia*), som udgjorde ca. 60-70% af individantallet. Antallet af pelagiske arter var mere eller mindre det samme på alle stationerne, på mellem 5-10% af individantallet.



Figur 6 Fiskefangsten i 2016 for de 4 områder fordelt i 3 fisketyper efter deres foretrukne habitattype, hhv. sandbund, rev, og pelagiske fisk.

3.1.2 2018

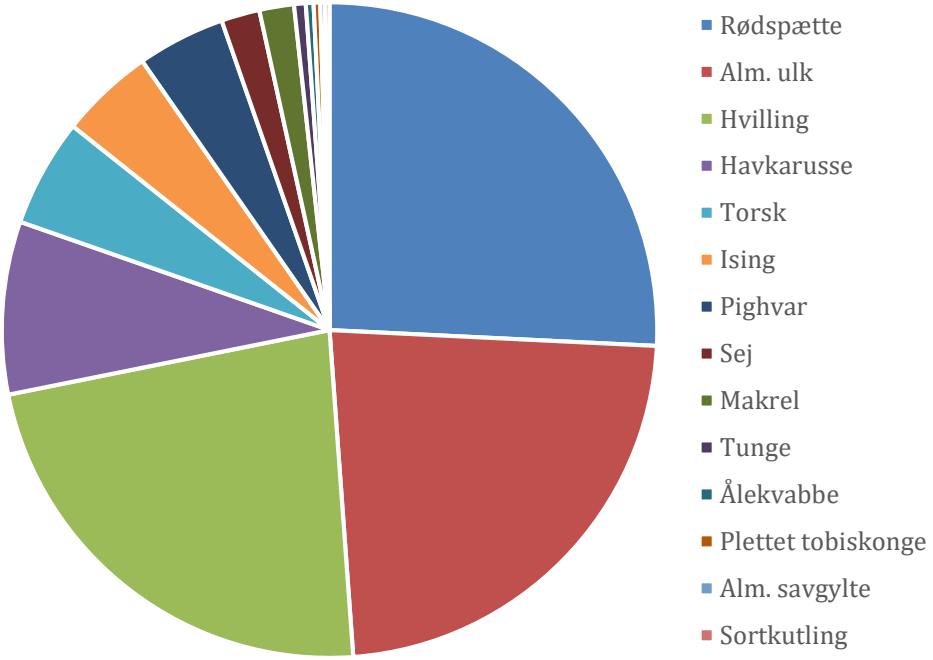
I 2018 blev der kun fisket med biologisk oversigtsgarn, og der blev i alt fanget 330 fisk, fordelt på 16 fiskearter. Der blev sat 36 oversigtsgarn og 0 yngelruser over tre dage på Bredgrund. Antalsmæssigt var fangsten domineret af havkarusse, med 134 stk. (41%) (Figur 7). Derudover blev der fanget 73 alm. ulk og 69 hvilling, som udgjorde hhv. 22% og 21% af fangsten. Fladfisk udgjorde 9% af den samlede fangst, med dominans af rødspætte.



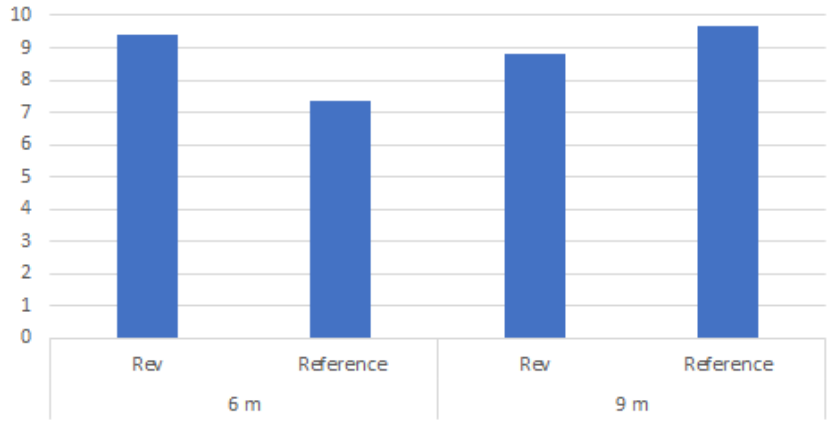
Figur 7 Fordelingen af fiskearter i antal for den samlede fangst ved Bredgrund i 2018.

Den totale biomasse af fisk udgjorde 23,6 kg. Den dominerende art i forhold til vægt var rødspætte, med godt 6 kg (26%) (Figur 8). Alm. ulk og hvilling udgjorde hver knap 5,5 kg (23%), mens havkarusse og torsk hver udgjorde 2 kg (9%) og 1,2 kg (5%). Der blev i gennemsnit fanget 655 g pr. redskab pr. dag.

Der var en højere grad af variation i antal arter fanget på de individuelle områder i 2018 sammenlignet med 2016. Der blev, i begge referenceområder, samt rev 9 m, fanget 7 forskellige fiskearter (Figur 9). I revområdet på 6 m's dybde var der en noget højere artsrigdom, med 12 arter fanget i oversigtsgarnene.



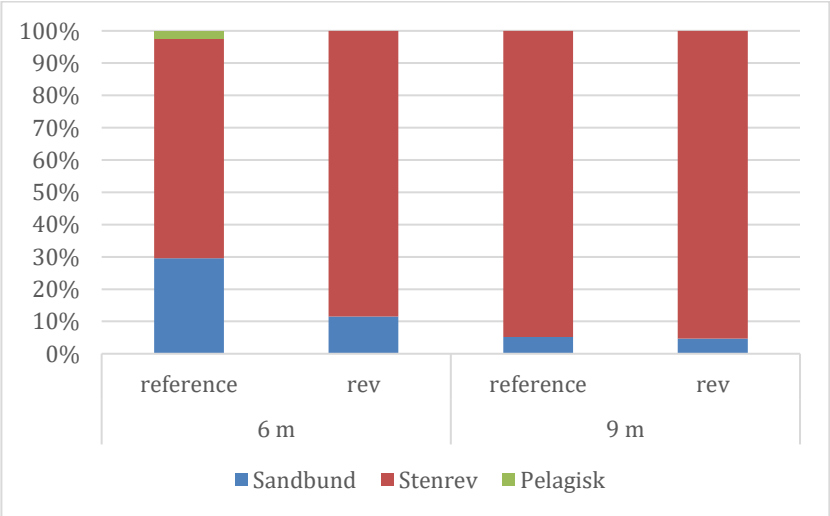
Figur 8 Fordelingen af fiskearter i vægt for den samlede fangst i 2018 ved Bredgrund.



Figur 9 Det totale antal fangede fisk i garn og ruse fanget ved Bredgrund i 2018, standardiseret i CPUE (antal fisk pr. redskab pr. dag).

De 16 fiskearter, der blev fanget i oversigtsgarnene, blev inddelt i tre kategorier alt efter hvilken habitattype, de foretrækker. Kun makrel (*Scomber scombrus*) var repræsenteret blandt de pelagiske fisk i 2018. Sandbundsarterne bestod af fladfiskene ising, pighvarre, rødspætte og tunge (*Solea solea*) foruden sandkutling og plettet tobiskonge. De fiskearter, der foretrækker rev og tangskove, omfatter læbefiskene havkarusse og savgylt, foruden alm. ulk, sort kutling (*Gobius niger*), tangspræl, ålekvabbe og ikke mindst torskefiskene sej (*Pollachius virens*), torsk og hvilling.

Revfiskene dominerer generelt i området omkring Bredgrund, idet disse udgør hovedparten af fangsterne i forhold til antal, både på de genetablerede rev, men også i kontrolområderne (se Figur 10). Kun på referenceområdet på 6 m udgør stenrevsarterne ”kun” knap 70% af individerne. I de resterende tre områder udgør revarterne ca. 90% af individerne.

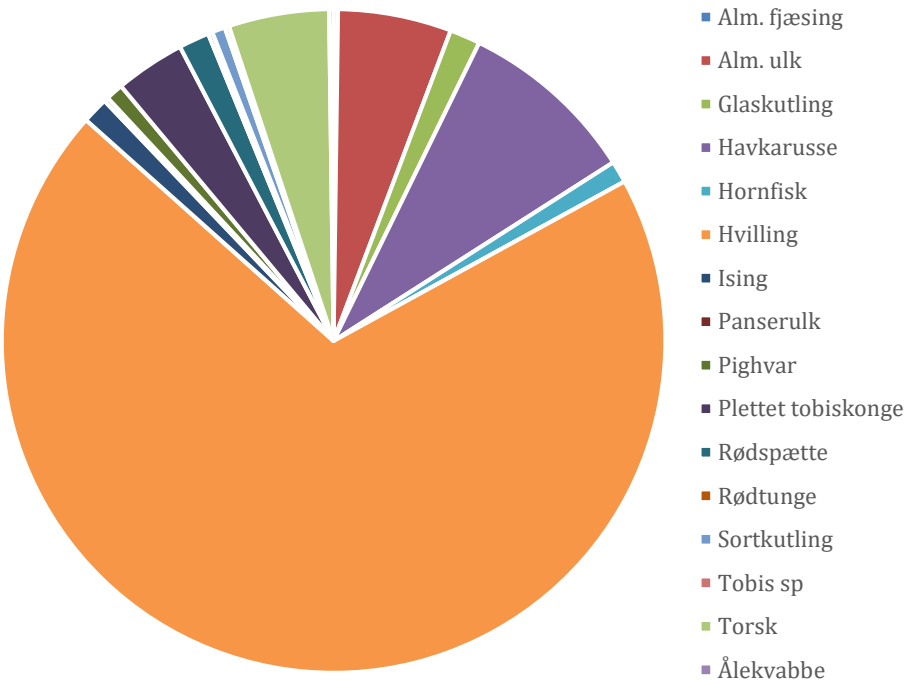


Figur 10 Fiskefangsten i 2018 for de 4 områder fordelt i 3 fisketyper efter deres foretrukne habitattype, hhv. sandbund, rev, og pelagiske fisk.

3.1.3 2020

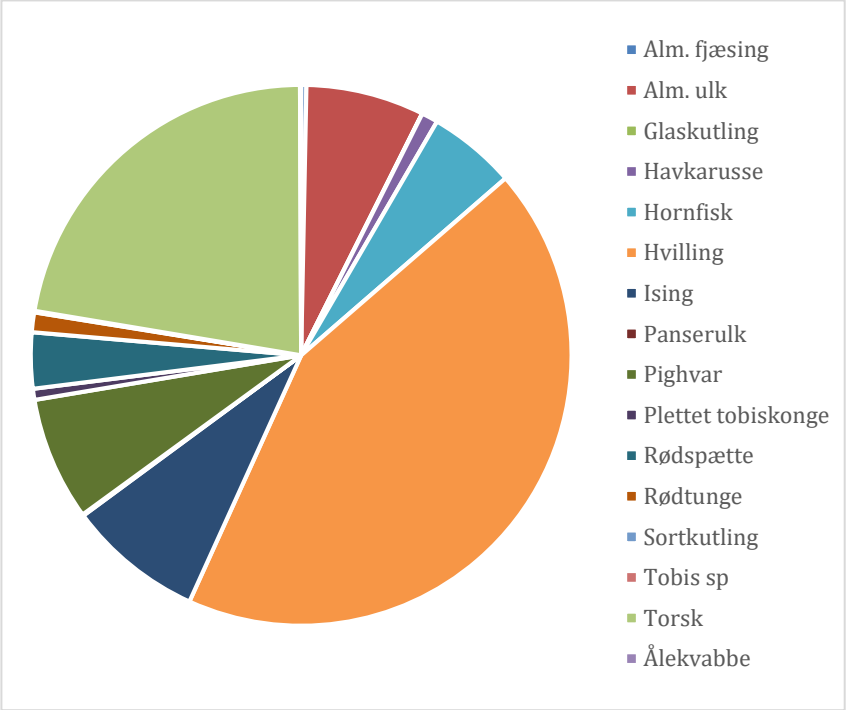
Der blev fanget i alt 470 fisk i biologisk oversigtsgarn og ruser. Fiskene fordelte sig på 16 forskellige fiskearter. Antalsmæssigt var fangsten domineret af hvilling med 327 stk. som udgjorde 69% af den samlede fangst

(Figur 11). Derudover blev der fanget 41 havkarusser og 26 alm. ulk, som udgjorde hhv. 9% og 6% af fangsten. Fladfisk udgjorde knap 4% af den samlede fangst, med dominans af rødspætte.



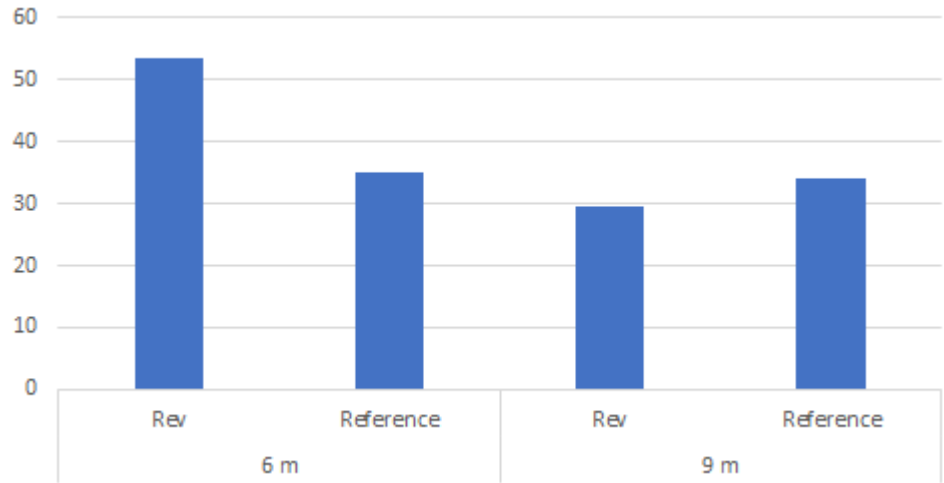
Figur 11 Fordelingen af fiskearter i antal for den samlede fangst i garn og ruser ved Bredgrund i 2020.

Der blev i alt fanget en biomasse af fisk på 32,5 kg. Der blev fanget 14 kg hvilling, som var den dominerende art mht. biomasse, svarende til 43% af den totale biomasse (Figur 12). Derudover blev der fanget godt 7 kg torsk, hvilket udgjorde 22% af den totale biomasse. Ising, pighvar og alm. ulk udgjorde hhv. 2,6 kg (8%), 2,4 kg (7%) og 2,3 kg (7%). Der blev i gennemsnit fanget 1,625 kg fisk pr. redskab pr. dag. På alle stationer blev der fanget strandkrabber. På både rev og referencestationerne på 6 m og 9m blev der, i mindre grad, fanget hesterejer.



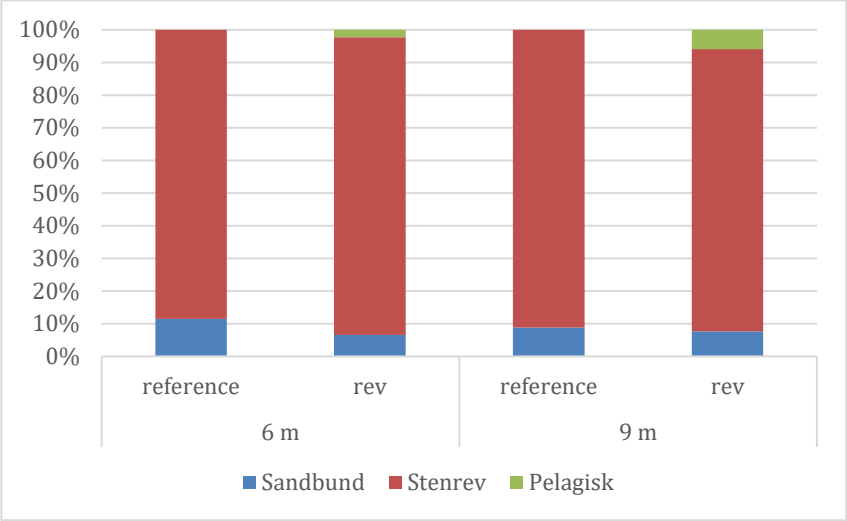
Figur 12 Fordelingen af fiskearter i vægt for den samlede fangst i garn og ruser i 2020 ved Bredgrund.

I 2020 blev der fanget tre gange så mange fisk på 6 m dybde på det genetablerede rev sammenlignet med kontrolområdet på 6 m (Figur 13). Det samme billede gør sig gældende på 9 m dybde, hvor der blev fanget ca. dobbelt så mange fisk på revet sammenlignet med i kontrolområdet - dog med generelt lavere fangster på 9 m dybde sammenlignet med på 6 m dybde.



Figur 13 Det totale antal fangede fisk i garn og ruse fanget ved Bredgrund i 2020 standardiseret i CPUE (antal fisk pr. redskab pr. dag).

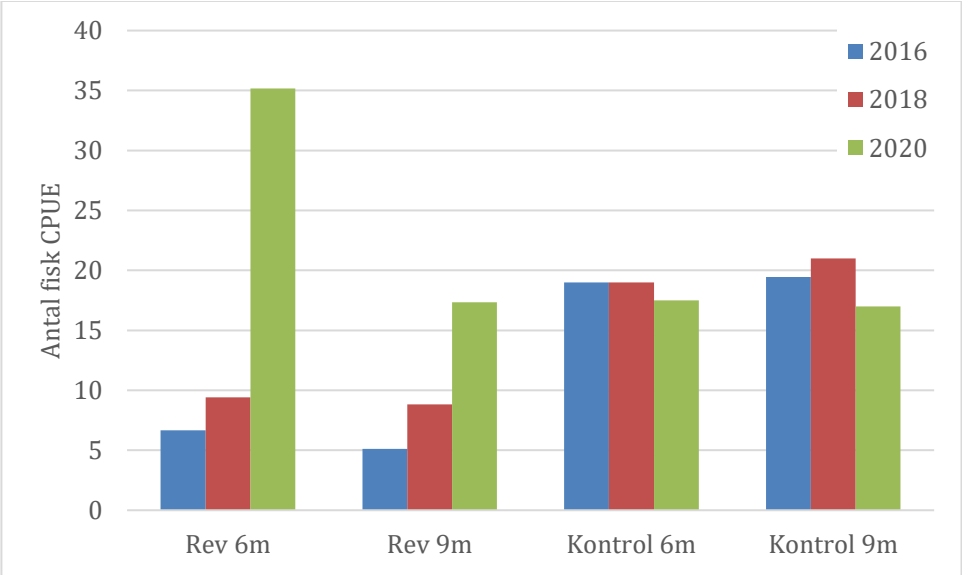
Generelt er stenrevsarterne dominerende på Bredgrund – både på rev og i referenceområdet. På både rev- og referencestationerne udgør revfisk ca. 90% af den samlede fangst opgjort i antal (Figur 14). Sandbundsarterne udgør godt 10% på referencestationerne, mens de udgør ca. 5% på rev-stationerne. Pelagiske fisk er kun fanget på revstationerne.



Figur 14 Fiskefangsten i 2016 for de 4 områder fordelt i 3 fisketyper efter deres foretrukne habitattype, hhv. sandbund, rev, og pelagiske fisk.

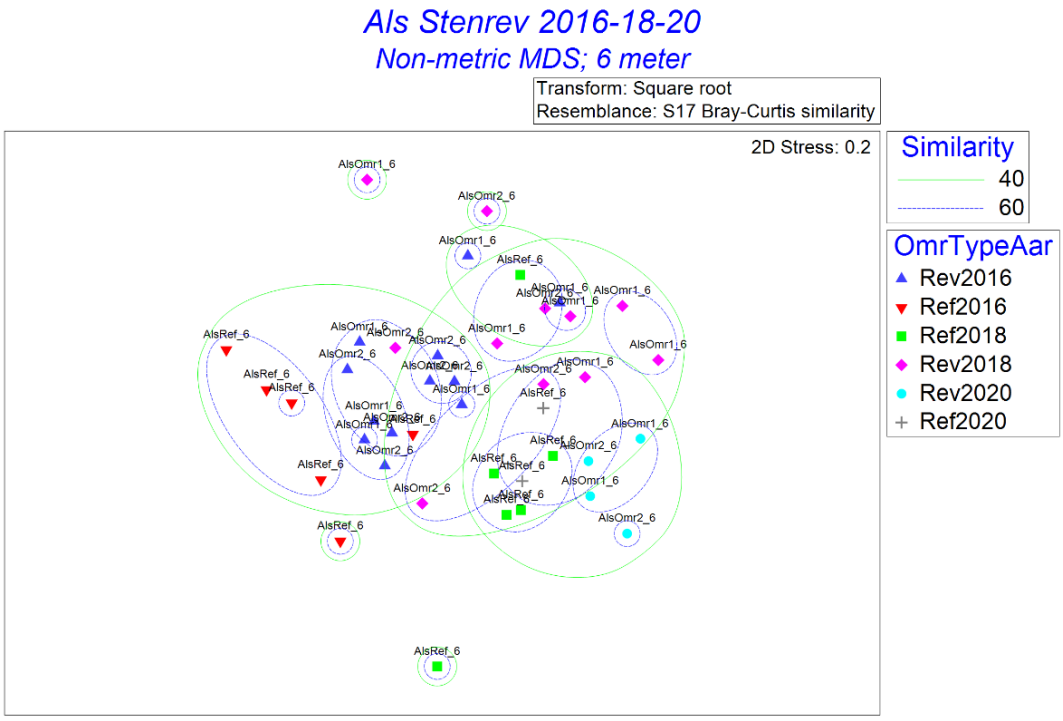
3.1.4 Sammenligning mellem årene

De gennemsnitlige fangster var generelt lave på 6 m revstationerne frem til 2020, hvor fangsterne var 3-6 gange så høje som i de foregående år (Figur 15). Det samme billede tegnede sig for 9 m revstationen, dog var fangsterne i 2020 "kun" 2-3 gange så høje som i 2016 og 2018. På referencestationerne var fangsterne mere konstante gennem årene.



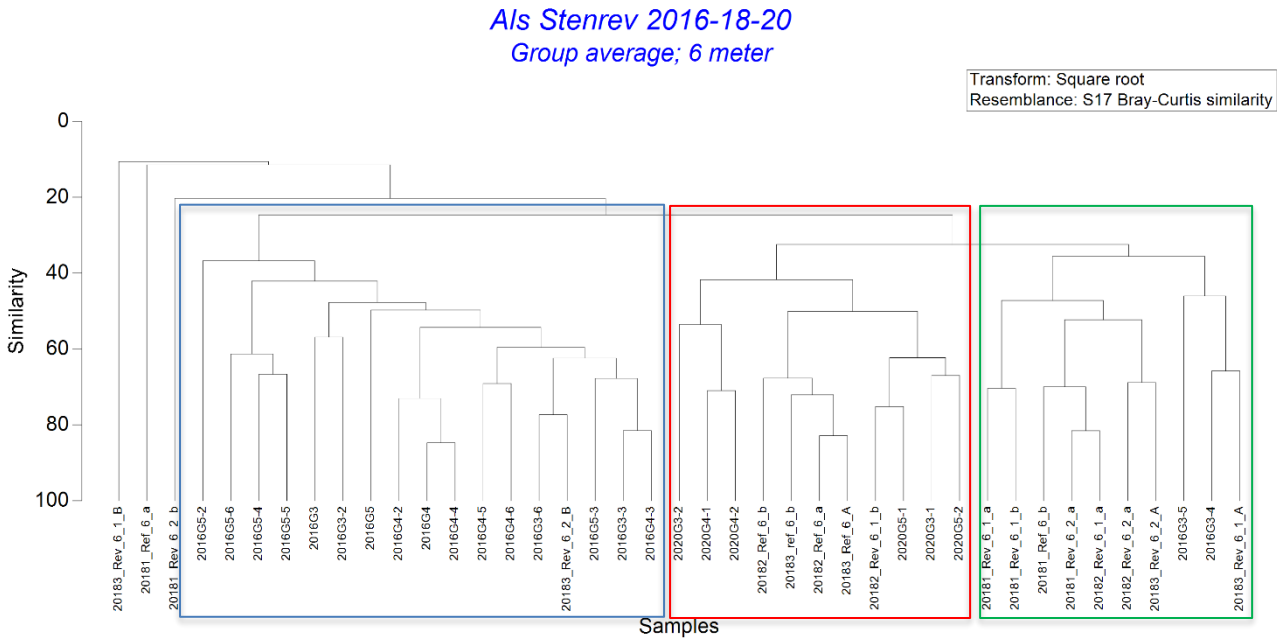
Figur 15 De gennemsnitlige fiskefangster på hhv. rev- og kontrolstationerne i 2016, 2018 og 2020. Fangsterne er opgjort pr. CPUE som er fangst pr. redskab pr. dag.

Den statistiske analyse med Primer viste, at rev og referenceområderne på 6 m's dybde lignede hinanden i 2016, før der blev udlagt sten i huledannende stenrev. Det er en nødvendig forudsætning for at kunne vurdere den udvikling, der er sket i området med udlægningen af stenrev. Man ser af Figur 16 fremgår det, at rev og reference-områderne grupperer sig til venstre i billedet som de røde og blå trekanter. Derudover samler referenceområderne for 2018 og 2020 sig nederst og centralt i figuren, mens rev-prøverne for 2020 grupperer sig nederst i højre hjørne – længst væk fra reference-scenariet længst til venstre.



Figur 16 Resultatet af Primer-analysen for rev- og kontrolområde på 6 m's dybde for 2016, 2018 og 2020.

Ved en anderledes gruppering af Primer-resultatet ses det ligeledes, at 2016-prøverne for både rev og reference grupperer sig samlet (længst til venstre i Figur 17, blå kasse), mens referencestationerne for 2018 og 2020 grupperer sig centralt i figuren (rød kasse). Revstationerne for 2018 og 2020 grupperer sig længst til højre (grøn kasse).

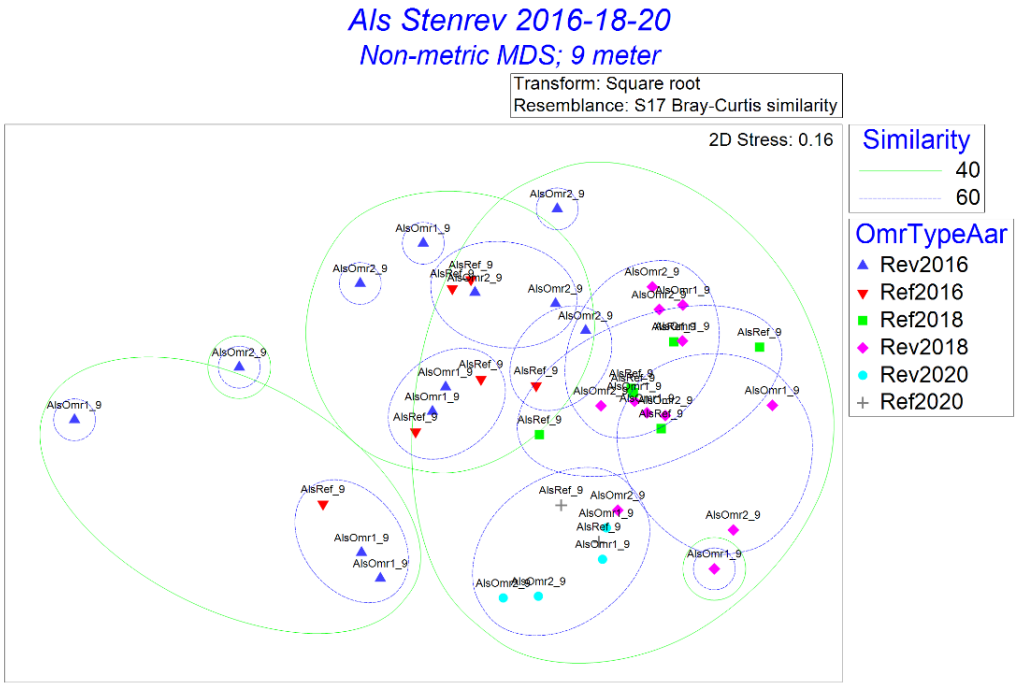


Figur 17 Resultatet af Bray-Curtis similaritetsanalyse for 6 m rev og referenceområde i 2016, 2018 og 2020.

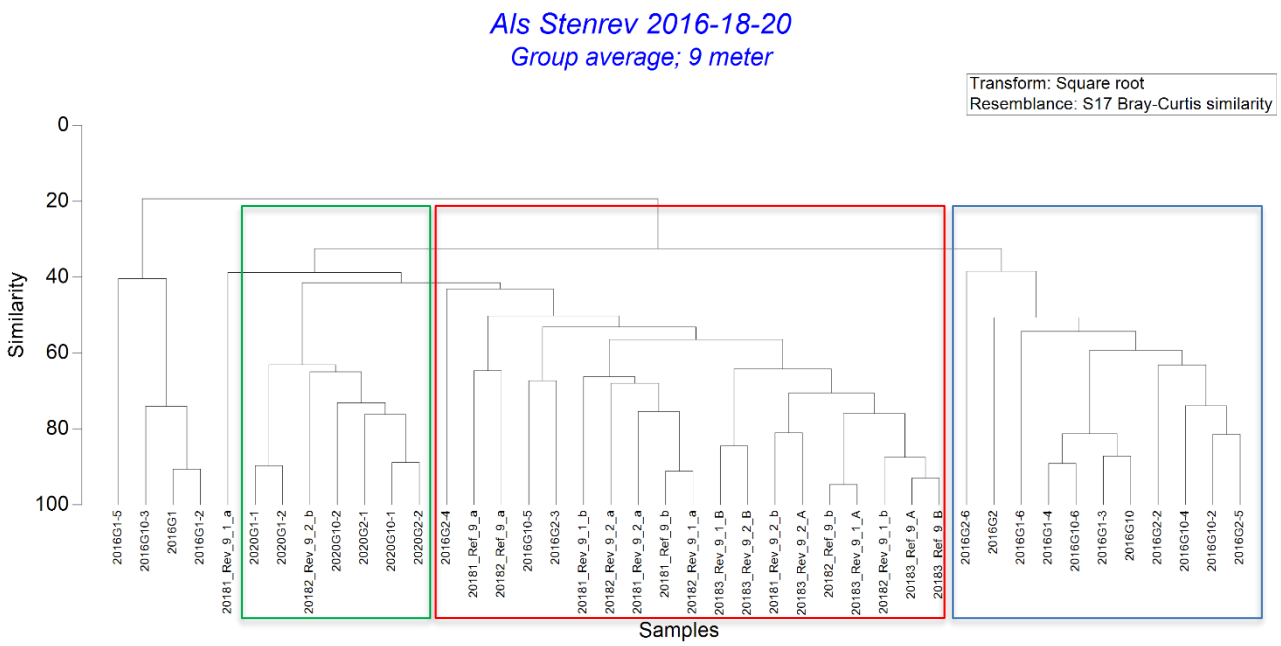
En analyse af udviklingen i abundansen af fisk på 6 m's dybde for hhv. 2016, 2018 og 2020 på både reference og rev-stationerne viser, at der var en signifikant krydseffekt af årstal og område (P=0,003). Det var i høj grad fangsten af hvilling og ising, der var udslagsgivende, for at der var forskel mellem årene og områderne.

For 9 m dybde var der samme tendens, men lidt mindre entydigt. Primer viste, at rev og referenceområderne lignede hinanden i 2016, før der blev udlagt sten i huledannende stenrev, idet de begge ligger adskilt fra de andre stationer. Rev og referencestationer for 2016 ligger i centralt og mod venstre i Primeranalysen som de røde og blå trekanter (Figur 18). Derudover samler rev- og referenceområderne for 2018 sig mod højre og øverste højre hjørne i figuren. Revområdet for 2020 ligger i nederste højre hjørne, nederst og centralt i figuren, mens rev-prøverne for 2020 grupperer sig nederst i højre hjørne – i de fleste tilfælde i god afstand fra reference-scenariet længst til venstre.

Med en alternativ præsentation af Primer-resultatet ses det, at flere af 2016-prøverne grupperer sig længst til højre (blå kasse i Figur 19), mens 2020-prøverne rev har tendens til at gruppere sig (længst til venstre, grøn kasse). Den brede midtergruppering i den røde kasse består af en blanding af 2018 reference og rev-stationer samt enkelte 2016-stationer.



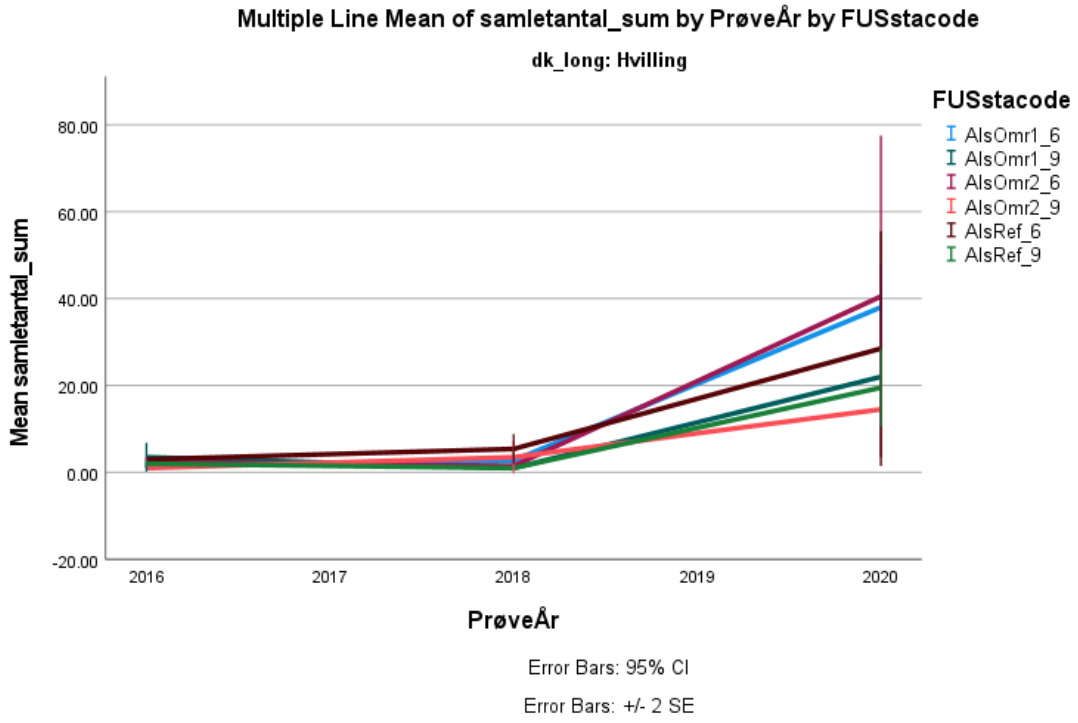
Figur 18 Resultatet af Primer-analysen for rev- og kontrolområde på 9 m's dybde for 2016, 2018 og 2020.



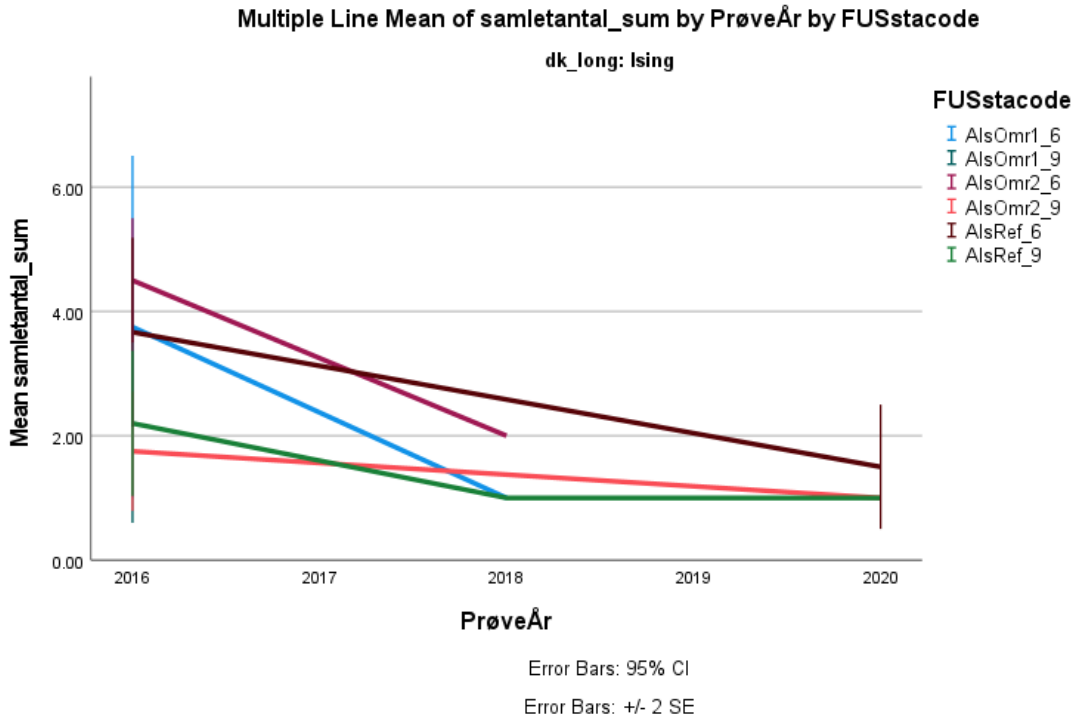
Figur 19 Resultatet af Bray-Curtis similaritetsanalyse for 9 m's rev- og referenceområde i 2016, 2018 og 2020.

En analyse af udviklingen i abundansen af fisk på 9 m's dybde for hhv. 2016, 2018 og 2020 på både reference og rev-stationerne viser, at der ikke var en signifikant krydseffekt af årstal og område (P=0,85). Dvs., der er ikke en tydelig effekt af selve revetableringen. Til gengæld er der en signifikant forskel i abundansen af fisk mellem årene (P=0,001). Der var ingen signifikant forskel mellem abundansen af fisk mellem områderne. Det var i høj grad fangsten af hvilling, der var udslagsgivende for at der var forskel mellem årene – både mellem 2016-2018 samt 2016-2020. Hvilling stod for hhv. 36% og 42% af forskellen mellem årene.

Den gennemsnitlige fangst af hvilling var ret ens for 2016 og 2018, mens antallet steg i 2020 og mest markant på de lave stationer på 6 m. dybde (Figur 20). Til sammenligning er fangsterne af ising gået tilbage i perioden fra 2016 til 2018 Figur 21. I 2020 blev ising kun fanget på referencestationerne samt på den ene af de dybe rev-stationer. På 6 m rev blev der ikke fanget ising i 2020.



Figur 20 Den gennemsnitlige fangst af hvilling på rev- og referencestationerne på 6 og 9 m's dybde i hhv. 2016, 2018 og 2020.



Figur 21 Den gennemsnitlige fangst af ising på rev- og referencestationerne på 6 og 9 m's dybde i hhv. 2016, 2018 og 2020.

3.2 STØRRELSESFORDELING

Fiskeri med biologiske oversigtsgarn og de varierende maskestørrelser giver god mulighed for at se på størrelsesfordelingen af de fangede fisk. De varierende maskestørrelser giver både et godt udtryk for de forskellige arter, der er til stede i området – uanset størrelse, men også for størrelsen og dermed alderen af de arter, der fanges. Som udgangspunkt består et sundt økosystem i balance af både store og små individer, og særligt på stenrev er store topprædatorer et godt tegn. Små fisk lever typisk af små invertebrater og krebsdyr, mens flere store fiskearter gradvist overgår til at fouragere på andre fisk. Dette gælder for både torsk, hvilling, pighvar m.m. Hvis der er store topprædatorer til stede på revet tyder det på, at der er nok tilgængelig føde til at kunne understøtte de store fisk også, som præderer på andre fisk. Det er derfor inkluderet i analysen her.

3.2.1 2016

De fangede fisk blev delt op i to størrelsesgrupper på hhv. <10 cm og ≥10 cm. På 6 m's dybde udgjorde fisk ≥10 cm i 2016 mellem 77% og 90% med procentuelt flest store fisk på 6 m referencestationen (Tabel 5). På 9 m's dybde var der procentuelt flest fisk ≥10 cm på hhv. st. 1: 9 m og referencestation 9 m (87% og 83%), mens fisk ≥ 10 cm på st. 2: 9 m rev kun udgjorde 68% af fangsten (Tabel 6).

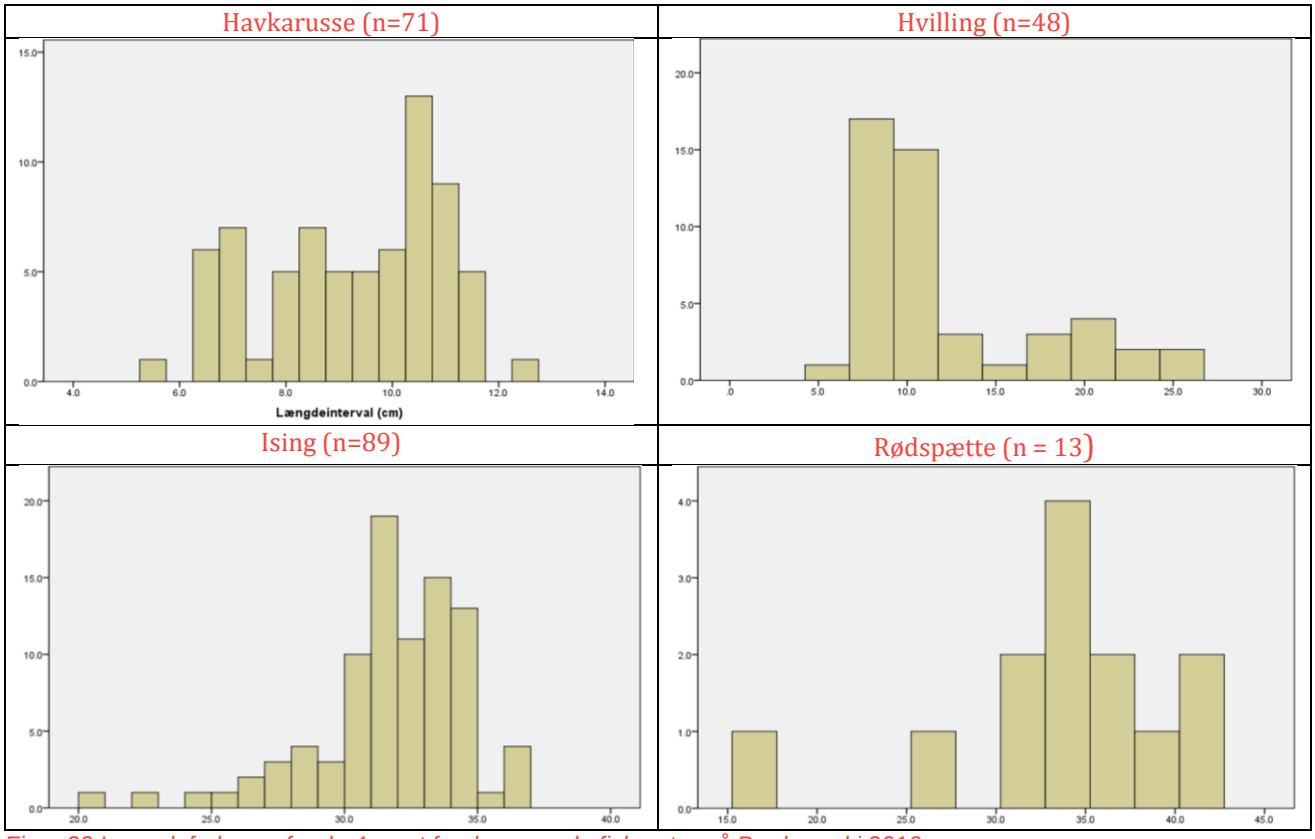
Tabel 5 Antal af de enkelte arter samt den procentuelle fordeling af den samlede fangst i oversigtsgarn for små (<10 cm) og store (≥10 cm) fisk på de 2 genetableringsstationer og referenceområde på ca. 6 m's dybde.

	6m Rev genetableringssite St. 1				6m Rev genetableringssite St. 2				6m Referenceområde			
	Biologisk oversigtsgarn				Biologisk oversigtsgarn				Biologisk oversigtsgarn			
	Antal				Antal				Antal			
	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm
Fiskearter	Sum	Sum	Sum %	Sum %	Sum	Sum	Sum %	Sum %	Sum	Sum	Sum %	Sum %
Spinachia spinacia										1		3%
Myoxocephalus scorpius		1		3%								
Zoarces viviparus												
Pomatoschistus minutus												
Gobius niger												
Belone belone										2		5%
Sprattus sprattus		1		3%		1		2%				
Gadus morhua						3		6%	2		50%	
Clupea harengus						2		4%		2		5%
Merlangius merlangus	4	3	40%	9%	10	4	71%	8%	2	1	50%	3%
Pomatoschistus pictus												
Limanda limanda		15		44%		27		55%		22		56%
Pleuronectes platessa		4		12%		4		8%		4		10%
Psetta maxima		3		9%		3		6%		1		3%
Ctenolabrus rupestris	5	2	50%	6%	4	2	29%	4%				
Pholis gunnellus												
Ammodytes marinus	1	3	10%	9%		2		4%		6		15%
Trachinus draco		1		3%								
Taurulus bubalis												
Syngnathus rostellatus												
Symphodus melops												
Scomber scombrus		1		3%		1		2%				
Total	10	34	100%	100%	14	49	100%	100%	4	39	100%	100%

Tabel 6 Antal af de enkelte arter samt den procentuelle fordeling af den samlede fangst i oversigtsgarn for små (<10 cm) og store (≥10 cm) fisk på de 2 genetableringsstationer og referenceområde på ca. 9 m's dybde.

	9 m Rev genetableringssite St. 1				9 m Rev genetableringssite St. 2				9 m Referenceområde			
	Biologisk oversigtsgarn				Biologisk oversigtsgarn				Biologisk oversigtsgarn			
	Antal				Antal				Antal			
	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm	< 10 cm	>= 10 cm
Fiskearter	Sum	Sum	Sum %	Sum %	Sum	Sum	Sum %	Sum %	Sum	Sum	Sum %	Sum %
Spinachia spinacia												
Myoxocephalus scorpius						1		3%				
Zoarces viviparus		1		4%								
Pomatoschistus minutus												
Gobius niger						1		3%				
Belone belone												
Sprattus sprattus		3		11%						1		3%
Gadus morhua						3		10%				
Clupea harengus		1		4%		2		6%		2		6%
Merlangius merlangus	4	10	100%	36%		1		3%		8		24%
Pomatoschistus pictus												
Limanda limanda		7		25%		7		23%		11		32%
Pleuronectes platessa						1		3%				
Psetta maxima										1		3%
Ctenolabrus rupestris		5		18%	14	14	100%	45%	7	11	100%	32%
Pholis gunnellus												
Ammodytes marinus												
Trachinus draco												
Taurulus bubalis		1		4%								
Syngnathus rostellatus												
Symphodus melops						1		3%				
Scomber scombrus												
Total	4	28	100%	100%	14	31	100%	100%	7	34	100%	100%

For de fire mest dominerende arter (både i forhold til abundans og biomasse) fanget på Bredgrund i 2016 er der optegnet histogrammer for længdefordelingen. *Figur 22* viser histogrammer for hhv. havkarusse, hvilling, ising og rødspætte. Længden på havkarusse varierede i 2016 mellem 5-12 cm, med en gennemsnits længde på 9,3 cm. Der var en større forekomst af individer på 10-11 cm, som udgjorde en mindre top i histogrammet. Disse individer er omkring 2-årsalderen og er derfor kønsmodne (Muus & Nielsen, 2006). Hvilling varierede mellem 5-25 cm med et gennemsnit på 12,1 cm. Hvillinger på 7-11 cm udgjorde en top i histogrammet svarende til en kohorte af 0-1-årige hvillinger (Muus & Nielsen, 2006). Isinger varierede i størrelsen mellem 20-37 cm. Da isinger i danske farvande typisk ses under 30 cm, er det nogle pænt store individer, der er fanget på Bredgrund. Isingerne havde i 2016 en klar kohorte omkring 30-34 cm svarende til +5 år (Muus & Nielsen, 2006). Rødspætter blev der ikke fanget mange af, men de varierede i størrelsen mellem 15-42 cm. Grundet de lave fangster var det mindre tydeligt, om der var en decideret top af individer af en bestemt størrelse i området.



Figur 22 Længdefrekvens for de 4 mest forekommende fiskearter på Bredgrund i 2016.

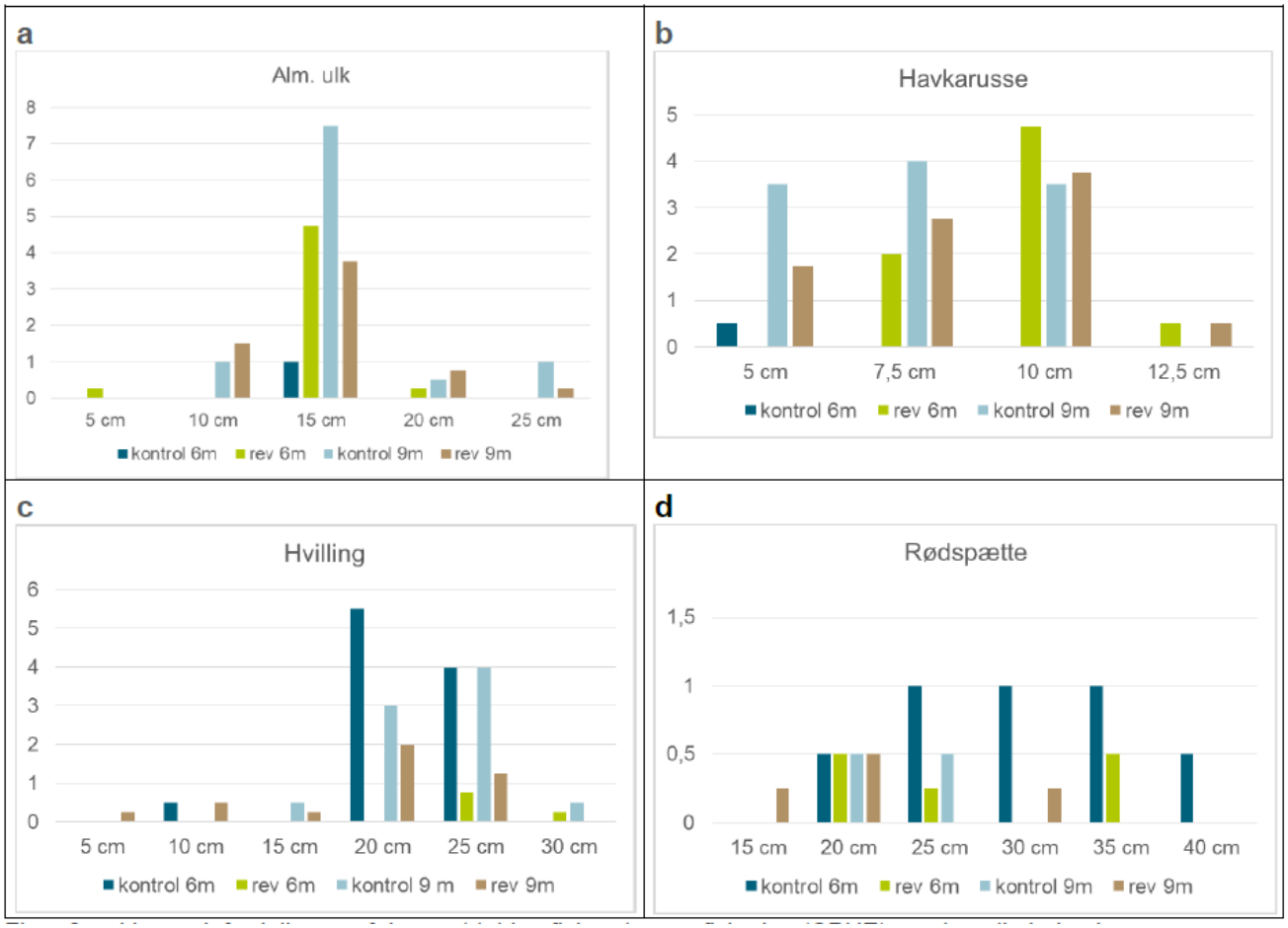
3.2.2 2018

Enkelte af de fisk, der blev fanget i oversigtsgarn, var delvist ædt af krabber. Derfor var det kun muligt at længdemåle 321 fisk ud af den totale fangst på 330 fisk. I kontrolområdet på 6 m dybde udgjorde fisk ≥10 cm ca. 98% af den samlede fangst på stationen (se Tabel 7). I revområde på 6 m dybde udgjorde de store fisk ca. 90% af fangsterne. For de dybere stationer på 9 m dybde udgjorde fisk ≥ en mindre procentuel del af fangsterne sammenlignet med de lave stationer på 6 m dybde. På referenceområdet på 9 m dybde udgjorde de store fisk ca. 67% af fangsterne på stationen, mens de på revområde udgjorde 72% af fangsterne i området.

Tabel 7 Oversigt over de længdemålte fiskearter fanget i oversigtsgarn i hhv. kontrol og forsøgsområdet på 6 og 9 m dybde fordelt på små (<10 cm) og store (≥10 cm) fisk.

	Kontrolområde 6 m Oversigtsgarn		Revområde 6 m Oversigtsgarn		Kontrolområde 9 m Oversigtsgarn		Revområde 9 m Oversigtsgarn	
	< 10 cm	≥ 10 cm	< 10 cm	≥ 10 cm	< 10 cm	≥ 10 cm	< 10 cm	≥ 10 cm
Alm. makrel		1						
Alm. ulk		2	1	23		20		27
Havkarusse	1		9	42	19	9	28	25
Hvilling		27		17		4	1	16
Ising				5		1		
Pighvarre				1				
Plettet tobiskonge		3		1				1
Rødspætte		9		5		2		4
Sandkutling								
Savgylte				2				
Sej								2
Skalle								
Sort kutling			1			2		
Tangspræl								
Torsk				4				2
Tunge		1		1				
Ålekvabbe				1		1		
Total	1	43	11	102	19	39	29	77

Længdefordelingerne for de mest talrige fiskearter blev undersøgt for hvert område (Figur 23). Alm. ulk blev observeret i alle fire områder og i størrelsesordenen 7,5-27 cm med en klar overvægt af individer på 15-20 cm (Figur 23a), hvilket er ca. 2 årige fisk, som så småt er kønsmodne (Muus & Nielsen, 2006). De mindste ulke blev observeret i revområdet på 6 m dybde. Kun ganske få ulke blev observeret i kontrolområdet på 6 m dybde, mens de største ulke blev observeret på 9 m dybde i både kontrol- og revområdet. Havkarusse blev også fanget i alle fire områder og i størrelsesordenen 5-13 cm (Figur 23b). Den mindste havkarusse blev fanget i kontrolområdet på 6 m dybde, og der var kun det ene individ i området. De største havkarusser blev fanget i de to revområder på hhv. 6 og 9 m dybde. Hvilling blev fanget i alle fire områder i størrelsesordenen 7-31 cm, med en klar top i kohorten omkring 20 og 30 cm (Figur 23c). En 30 cm hvilling er ca. 2-4 år gammel og kønsmoden (Muus & Nielsen, 2006). Rødspætter blev fanget i alle fire områder, men i meget lave antal (Figur 23d). Størrelsen på rødspætter varierede fra 18,5 til 40 cm. Der blev fanget flest rødspætter i kontrolområdet på 6 m's dybde.



Figur 23 Længdefordelingen af de mest talrige fiskearter CPUE (per redskab pr. dag). a: alm. ulk, b: havkarusse, c: hvilling, d: rødspætte.

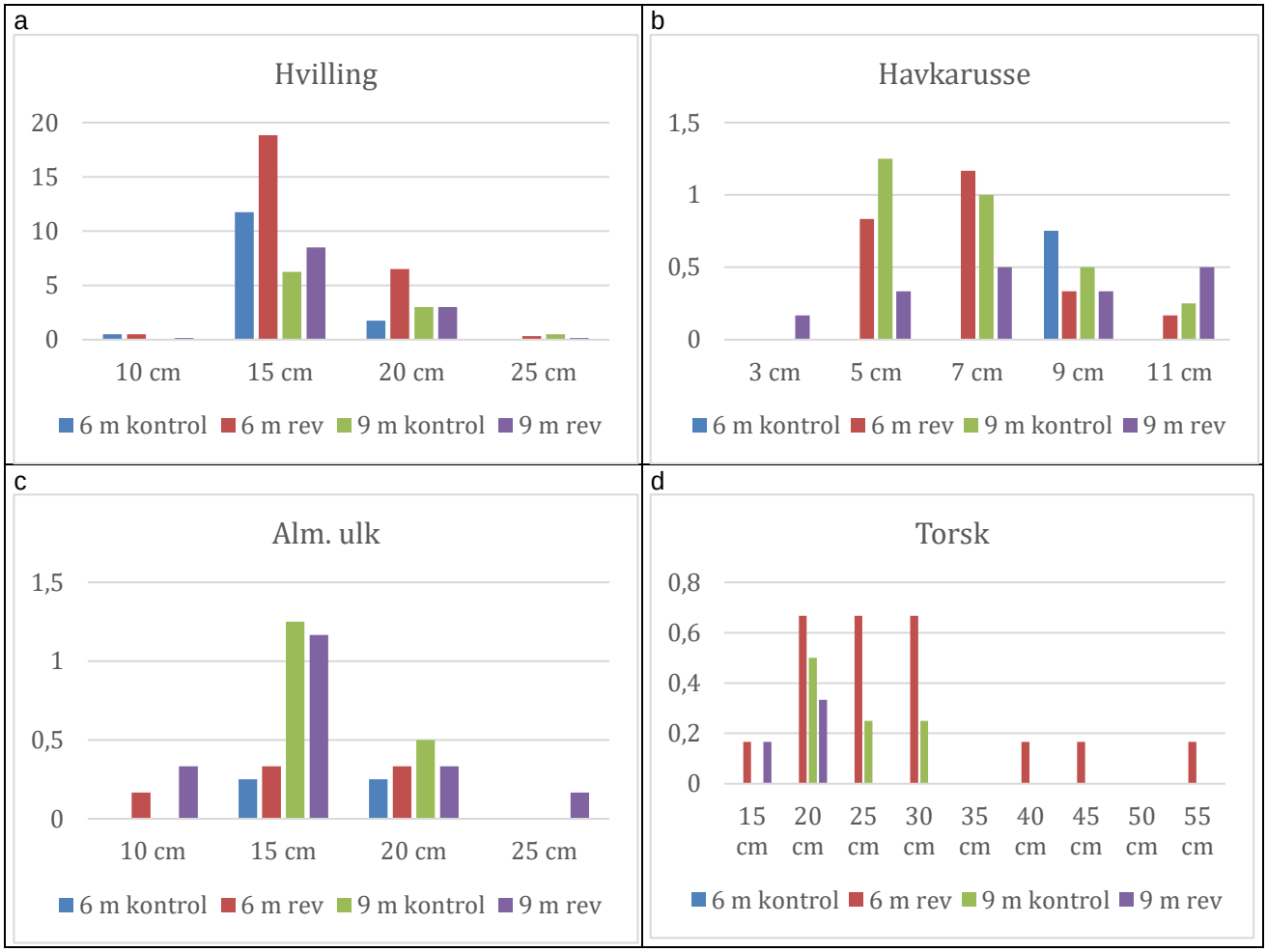
3.2.3 2020

Det var ikke muligt at måle 5 ud af de 470 fangede fisk, da de var delvist ædt af krabber. I kontrolområdet på 6 m dybde udgjorde fisk ≥10 cm ca. 97% af den samlede fangst på stationen (se Tabel *8*). I revområde på 6 m dybde udgjorde de store fisk ca. 93% af fangsterne. I modsætning til tidligere år, udgjorde fisk ≥ 10 cm ca. samme procentuelle del af fangsterne på 9 m dybde, som på de lave stationer på 6 m dybde. På referenceområdet på 9 m dybde udgjorde de store fisk ca. 86% af fangsterne på stationen, mens de på revområde udgjorde 96% af fangsterne i området.

Tabel 8 Oversigt over de længdemålte fiskearter fanget i oversigtsgarn og ruser i hhv. kontrol og forsøgsområdet på 6 og 9 m dybde, fordelt på små (<10 cm) og store (≥10 cm) fisk.

Antal fisk	kontrol				rev			
	6 m		9 m		6 m		9 m	
Rækkemærkater	< 10 cm	≥ 10 cm	< 10 cm	≥ 10 cm	< 10 cm	≥ 10 cm	< 10 cm	≥ 10 cm
Alm. Fjæsing						1		
Alm. ulk		2		7		4		11
Havkarusse	2	1	9	3	13	2	4	4
Hornfisk						5		
Hvilling		56		39		156		71
Ising		3		1				2
Panserulk						1		
Pighvar				3				1
Plettet tobiskonge		4		1		6		4
Rødspætte		1		1		4		1
Rødtunge								1
Sortkutling					1			
Tobis sp						1		
Torsk				4		16		3
Hovedtotal	**2**	**67**	**9**	**59**	**14**	**196**	**4**	**98**

For de fire dominerende arter er der lavet histogrammer for længdefordelingen (Figur 24). Det drejer sig om hvilling (Figur 24a), havkarusse (Figur 24b), alm. ulk (Figur 24c) og torsk (Figur 24d). Hvilling blev fanget i størrelser mellem 13-29 cm med en større forekomst af individer på 15-20 cm af yngre individer på knap 2 år (Muus & Nielsen, 2006). Forekomsten af disse individer var særligt stor på revområdet på 6 m's dybde. Havkarusse fanget på Bredgrund varierede mellem 3-12 cm og var særligt abundant på omkring 5-8 cm, hvilket i maj måned svarer til 1-årige juvenile (Muus & Nielsen, 2006). Særligt på revet på 6 m's dybde var havkarussen talrig. Alm. ulk blev fanget i størrelsesordenen 11-25 cm, hvilket er ca. 1-3-årige fisk, hvoraf individer over 15-20 cm formentligt er kønsmodne (Muus & Nielsen, 2006). Ulk var særligt abundant på de dybe stationer, dvs. 9 m kontrol- og 9 m rev-område. For første gang på Bredgrund er torsken blandt de fire dominerende arter på revet. Torsken blev fanget i størrelsesordenen 15-58 cm, hvilket formentlig er 1-4-årige torsk, hvoraf de tørste individer er kønsmodne (Muus & Nielsen, 2006). Torsken var særligt talrig på det genetablerede rev på 6 m's dybde, og torsk over 30 cm blev udelukkende fanget på 6 m rev.



Figur 24 Længdefordelingen af de dominerende fiskearter. a: hvilling, b: havkarusse, c: alm. ulk, d: torsk.

4 RESULTATER FOR VEGETATIONSMONITERING

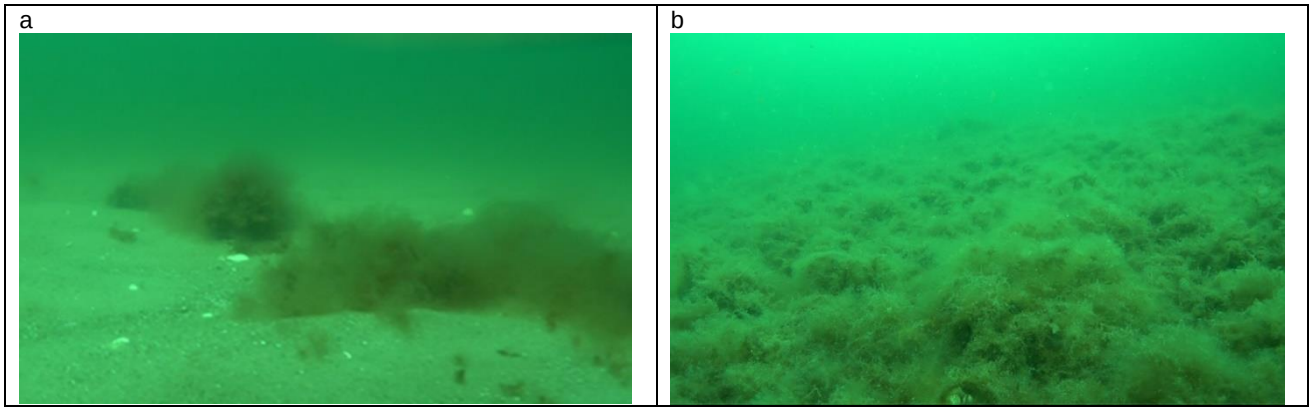
4.1 BREDGRUND REV

4.1.1 2016, BREDGRUND REV

Med baggrund afi registreringer i feltskemaer fra juni 2016 er data for referenceområdet samlet i Tabel *9*. Screeningen er foretaget før udlægningen af sten (Figur *25*). Den samlede dækningsgrad af drivende opportunistiske makroalger er angivet separat fra dækningsgraden af fasthæftede makroalger. Dækningsgraden for makroalger på fast hård bund på Bredgrund Rev varierede i 2016 mellem 0-100 %. Observerede flerårige arter, som Fucus-familien *Delesseria sanguinea* og *Saccharina* forekommer almindeligt ved dybder mellem 6-9 m (Larsen, 2020). Den gennemsnitlige, kumulerede dækningsgrad for makroalger på stabil hård bund før udlægning er i 2016; 224,5%.

Tabel 9 Registreringer af observationer ved vegetationsundersøgelse på Bredgrund Rev i juni 2016.

Station	**Dato**	**Position N-bredde/E-længde**	**Dybde, m**	**Navn/observationer**	**Etårig (E) el. flerårig (F)**	**Samlede dæk.gr. af fasthæftede alger på stabil hård bund (pct.)**	**Samlet dæk.gr. af drivende opportunistiske makroalger (pct.)**
WP 21*	9. jun 2016	N 54.828733 E 10.033883	6 m	*Porphyra sp.* *Ceramium sp.* *Plumaria elegans* *Delesseria sanguinea* *Div. grøn -og brunalgearter inkl. Fucus*	E F E F **F**/E	5-10%	1-5%
WP 140, G10**	12. aug 2016	N 54.8360333 E 10.0070166	9 m	*Fucus* *Saccharina latissima*	**F** **F**	95%	0-10%
WP 27, G3***	15. jun 2016	N 54.82193333 E 10.04343333	6 m	*Ectocarpus sp.*	E	<1%	0-10%
WP 76, G1****	17. jun 2016	N 54.833367 E 10.011733	9 m	*(spredt forekomst af ålegræs og bentisk algedækning)*	-	<1%	<1%
WP 29, G4*****	-	N 54.8174167 E 10.0382333	6,1 m	*Sandbund dækket med 5% sten, med totaldække af makroalger*		100%	<2%
WP 137, G2******	30. jun 2016	N 54.828733 E 10.033883	9 m	*10-15% bentisk algedækning* *Spredt forekomst af store Saccharina latissima*	- /E **F**	30-40 % i starten af transekt / <5% sidst i transekten	1-2%



Figur 25 Referencestationer før udlægning af stenrev. a: WP 21 juni 2016, b:WP 140 august 2016

På revet før udlægningen er forekomsten af et- og flerårige arter fordelt på 55% flerårige og 45% etårige. Under vegetationsundersøgelsen blev der observeret syv forskellige arter; *Porphyra sp., Ceramium sp., Plumaria elegans, Delesseria sanguinea, Fucus, Saccharina latissima* og *Ectocarpus sp.*

4.1.2 2019, DTU Toppe

Registreringer fra vegetationsundersøgelser ved DTU Toppe i Bredgrund, i august 2019, er angivet i Tabel 10. Kumulerede dækningsgrader for et- og flerårige makroalgearter er beregnet, og sammenlignes med de øvrige år. På DTU Toppe blev der observeret en gennemsnitlig, kumuleret dækningsgrad for flerårige arter på 50%, og for etårige 170%. Samfundet på revet består fortrinsvist af etårige algearter, hvilke udgør 11 ud af 12 observerede arter. Der anslås en dækningsgrad for sukkertang (*Saccharina latissima*) på 60%., hvilket er den eneste observerede, flerårige art på revet.

Tabel 10. Registreringer af makroalger på DTU Toppe i august 2019, foretaget ud fra observationer på håndholdte videooptagelser.

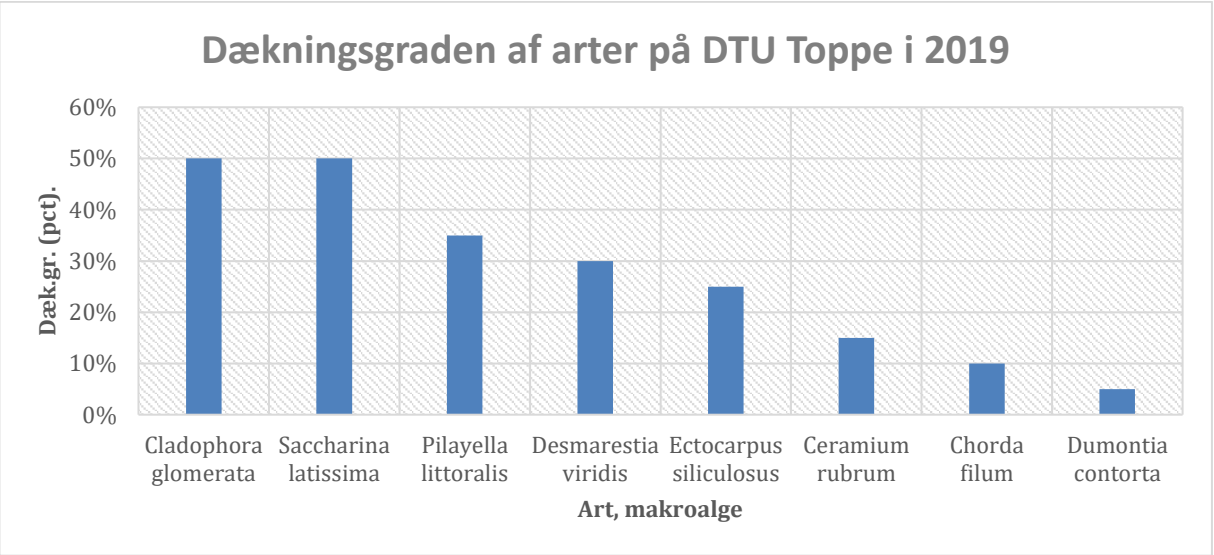
Transekt-ID	**Dato**	**Position N-bredde/E-længde**	**Dybde (m)**	**Orden**	**Navn/observationer**	**Etårig (E) el. flerårig (F)**	**Kumuleret dæk.gr. af fasthæftede alger på stabil hård bund (pct.)**
DTU Toppe håndholdt 1*	aug 2019	N 54.81972 E 10.02417	6,8	Brun Brun	*Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis (fedtemøg)* 20-30% drivende opportunistiske alger	E E E	<40%
DTU Toppe håndholdt 2**	aug 2019	N 54.81972 E 10.02417	6,8	Brun Grøn Brun Rød Brun	<5% *Dumontia contorta* 40-60% *Cladophora glomerata* <30% *Pilayella littoralis* <15% *Ceramium rubrum* 30–50% *Saccharina latissima* <0,25% ålegræs (løst drivende)	E E E E **(F)**	70-90%
DTU Toppe håndholdt 3***	aug 2019	N 54.81972 E 10.02417	6,8	Brun Brun Brun Grøn Brun	30% *Desmarestia viridis* <60% *Saccharina latissima* <10% *Chorda filum* 30% *Cladophora glomerata.* *10% Ectocarpus siliculosus*	E **F** E E E	80–100%

En samlet artsliste er vist i Tabel 11, hvor den gennemsnitlige, kumulerede dækningsgrad for hver enkelte art er beregnet. Den gennemsnitlige, kumulerede dækningsgrad af flerårige arter var 50%, mens den for flerårige

var 170%. Der observeres i alt otte forskellige arter på revet, heraf syv etårige- og en flerårig. Den procentmæssige forekomst er vist på Figur 26.

Tabel 11. Artsliste og den gennemsnitlige dækningsgrad for makroalger observeret på DTU Toppe i august 2019.

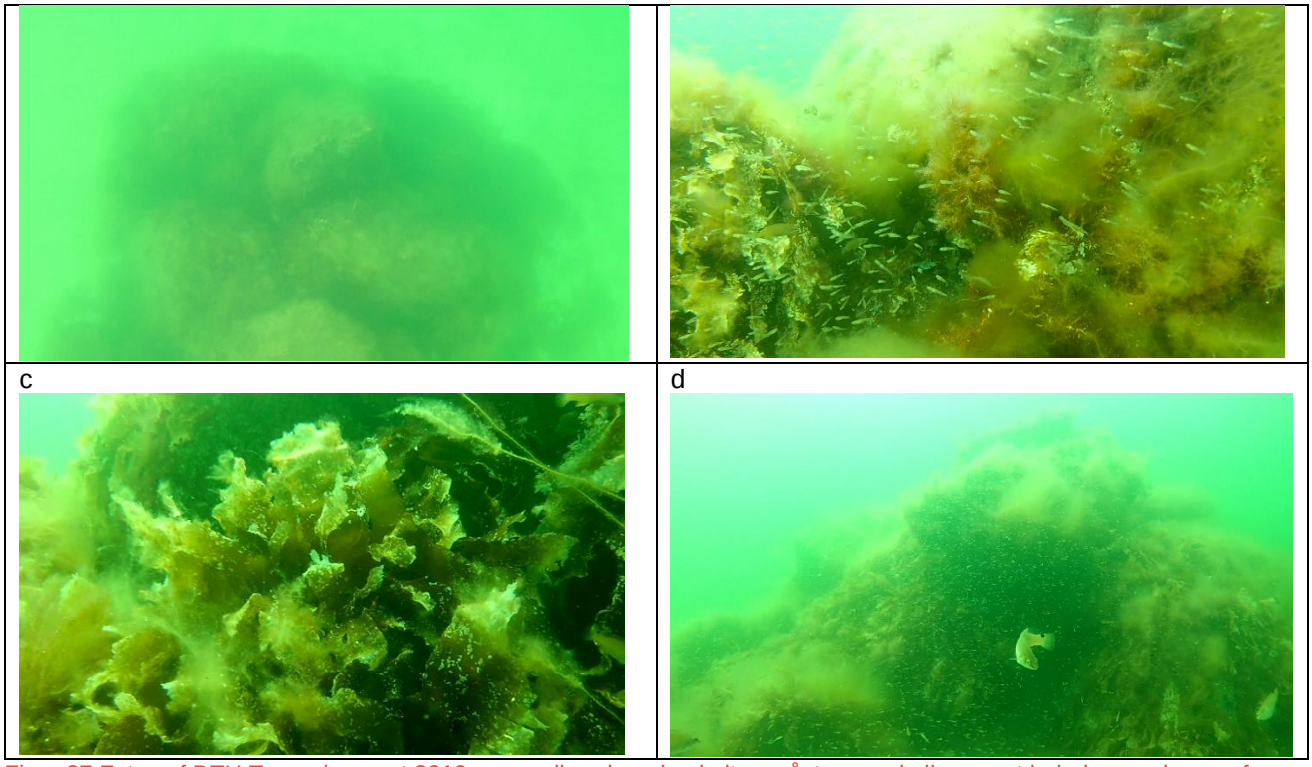
Orden	Navn	Latinsk navn	Etårig/ flerårig	Dækningsgrad gns. (pct.)	Note
Brun	Alm. vatalge	*Ectocarpus siliculosus*	E	25%	Kaldes ved navnet; fedtemøg
Brun	Alm. dunalge	*Pilayella littoralis*	E	35%	Vokser på sten eller som epifyt på andre alger, kaldes fedtemøg
Rød	Dumonts alge	*Dumontia contorta*	E	5%	
Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	50%	Oprindeligt en ferskvandsalge, træffes også i brakvand (Larsen, 2020)
Rød	Alm. rødtråd	*Ceramium rubrum*	E	15%	
Brun	Sukkertang	*Saccharina latissima*	**F**	50%	
Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	30%	
Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	10%	Ofte i selskab med ålegræs, hæfteskive – småsten og skaller, kræver roligt vand (Larsen, 2020)



Figur 26. Dækningsgraden af arter på DTU Toppe i 2019, højeste til laveste dækningsgrad, pct.

Fordelingen af et- og flerårige arter på DTU Toppe i 2019 er 67% flerårige og 33% etårige. Den kumulerede dækningsgrad af flerårige arter er 34 procent højere, end dækningsgraden af etårige arter.
Saccharina latissima forekommer på DTU Toppe som unge individer i en kort form, hvilket kan skyldes tilpasning til høj bølgeenergi eller stærk strøm (**Figur 27**).

a	b



Figur 27 Fotos af DTU Toppe i august 2019. a: sandbund med enkelte småsten og skaller, og et huledannende rev af kampesten, DTU Toppe 2. b: Fiskeyngel, *Saccharina latissima*, *Ceramium rubrum*, etårige epifytter, DTU Toppe 2. c: *Saccharina latissima*, *Chorda filum*, *Desmarestia viridis*, DTU Toppe 3. d: havkarusser og fiskeyngel, DTU Toppe 3.

4.1.3 2019, Forskerrev

Registreringer fra vegetationsundersøgelser ved Forskerrev i Bredgrund er angivet i Tabel 12, som viser, at den kumulerede dækningsgrad, beregnet over gns. dækningsgrad ud fra screeninger af videomateriale, er 65% for etårige arter, og 75% for flerårige arter på Forskerrev. I en procentvis fordeling (pr. 100) er denne tilsvarende en fordeling på 54% flerårige og 46% flerårige.

Tabel 12 viser registreringer af makroalger på Forskerrev i august 2019, foretaget ud fra observationer på håndholdte videooptagelser.

Transekt-ID	**Dato**	**Position N-bredde/E-længde**	**Dybde (m)**	**Orden**	**Navn/observationer**	**Etårig (E) el. flerårig (F)**	**Samlede dæk.gr. af fasthæftede alger på stabil hård bund (pct.)**
Forskerrev, håndholdt 1*	aug 2019	N 54.82389 E 10.02917	7,1	Brun Brun Grøn Brun	20% *Desmarestia viridis* 10-20% *Pilayella littoralis* 40% *Cladophora glomerata* 60-70% *Saccharina latissima*	E E E **F**	>100%
Forskerrev, håndholdt 2**	aug 2019	N 54.82389 E 10.02917	7,1	Brun Grøn Rød	*60-70% Saccharina latissima* *20-30% Cladophora glomerata* *<10% Delesseria sanguinea* *Ca. 20% drivende opportunistiske makroalger*	**F** E **F** E	>100%

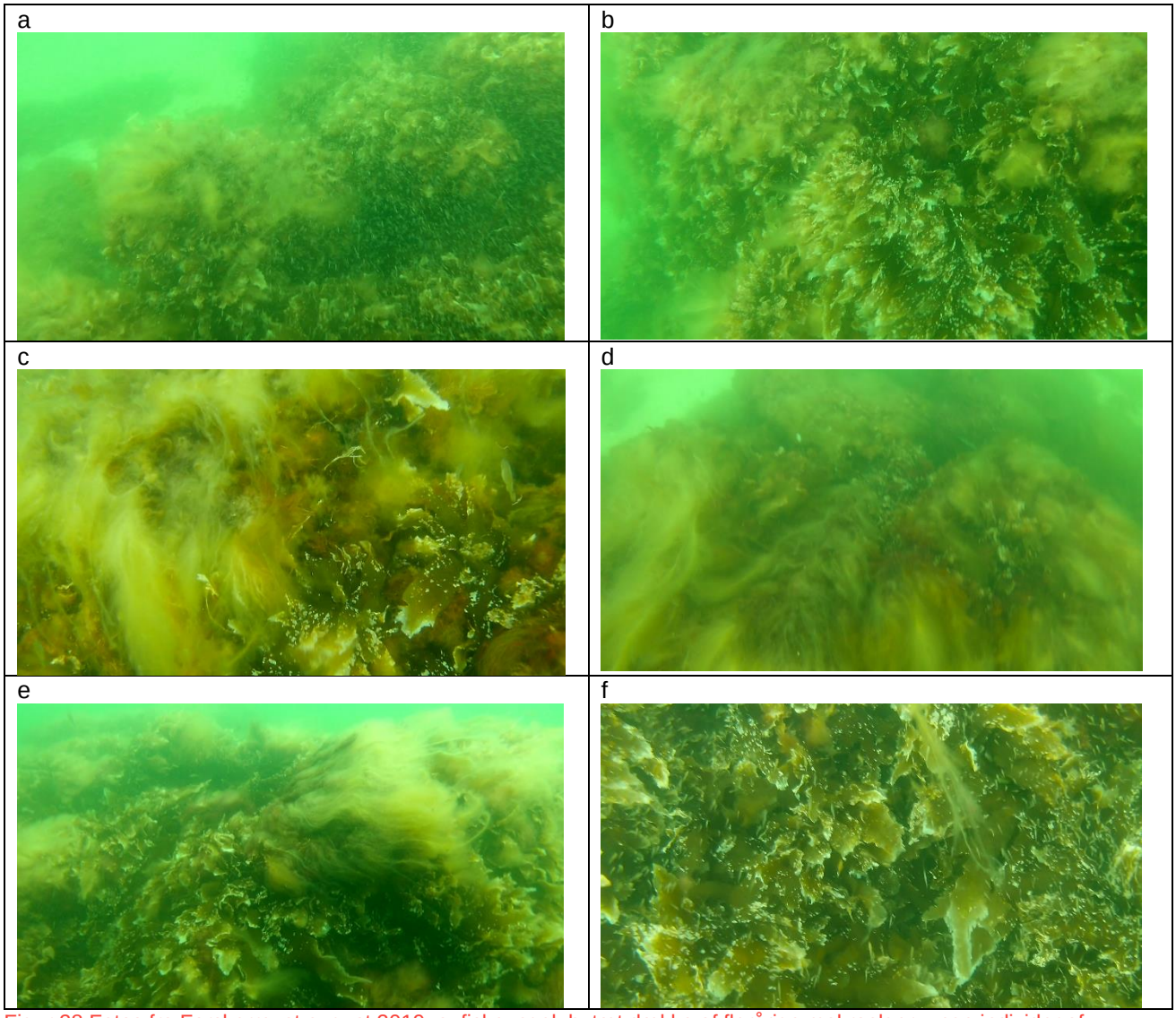
Forskerrev, håndholdt 3***	aug 2019	N 54.82389 E 10.02917	7,1	Brun Brun Grøn Rød	*60-70% Saccharina latissima* *20% Desmarestia viridis* *20-30% Cladophora glomerata* *<10% Delesseria sanguinea* *10% drivende opportunistiske makroalger*	**F** E E **F**	>100%

En samlet artsliste er vist i Tabel 13, hvor den gennemsnitlige dækningsgrad for hver enkelte art er beregnet ud fra registreringer i Tabel *12*. Der observeres i alt fem forskellige arter af makroalger på revet, hvor tre er etårige og to er flerårige.

Tabel 13 Artsliste og gns. dækningsgrad for makroalger observeret på Forskerrev i august 2019.

Orden	**Navn**	**Latinsk navn**	**Etårig/flerårig**	**Dækningsgrad gns. (pct.)**	**Forhold**
Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	20%	
Brun	Alm. dunalge	*Pilayella littoralis*	E	15%	Vokser på sten eller som epifyt på andre alger, kaldes fedtemøg
Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	30%	
Brun	Sukkertang	*Saccharina latissima*	**F**	65%	
Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	10%	Vokser typisk på udsatte steder (Larsen, 2020)

På Forskerrev i 2019 var forekomsten af et- og flerårige arter fordelt på 54% flerårige og 46% etårige pr. 100. Der blev observeret en høj dækningsgrad af *Saccharina latissima* under vegetationsundersøgelsen. Arten var beboet af mosdyr, hvilket er almindeligt fra slut maj og hen over sommeren (Figur 28).



Figur 28 Fotos fra Forskerrevet august 2019. a: fiskeyngel. b: tæt dække af flerårige makroalger, unge individer af *Saccharina latissima* beboet af mosdyr. c: *Saccharina latissima*, *Cladophora glomerata*, *Delesseria sanguinea*, *Dictyosiphon foeniculaceus* og havkarusse. d: etårige arter på toppen af revet. e: *Saccharina latissima*, *Desmarestia viridis, Cladophora glomerata*. f**;,**: *Cystoclonium purpureum, Saccharina latissima, Cladophora glomerata, Delesseria sanguinea,*

4.1.4 2020 Bredgrund Rev

På baggrund af seks feltskemaer udfyldt for undersøgelser på DTU Toppe og Forskerrev ved Bredgrund i august 2020, blev revets udvikling vurderet ud fra observationer i makroalgebestanden. Observationerne er samlet i Tabel *14*. Disse blev sammenlignet med registreringer fra 2016 og 2019.

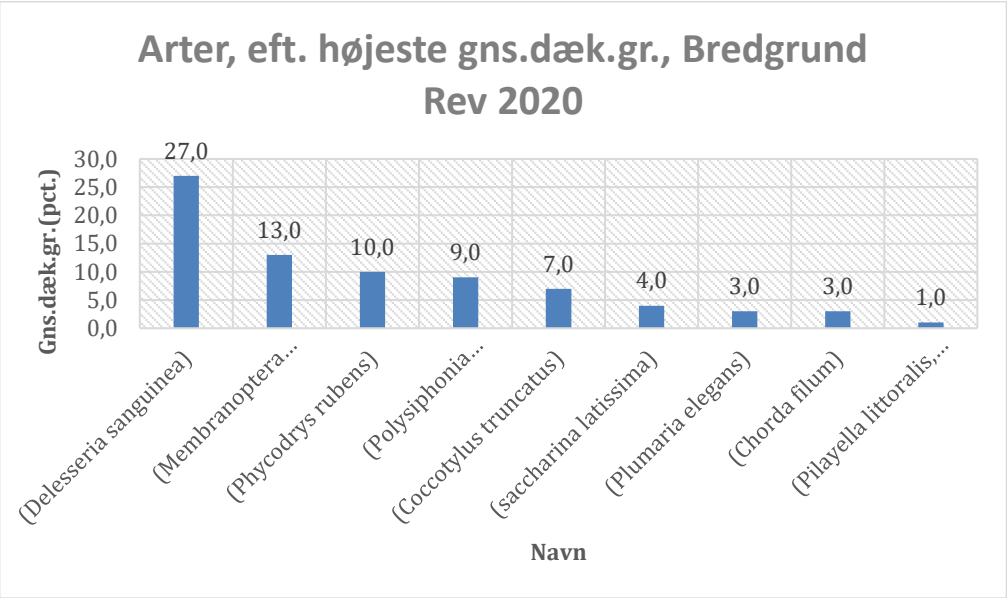
Tabel 14. Observationer på Bredgrund Rev, august 2020, art og kumuleret dækningsgrad. viser observationer af 9 forskellige arter i 2019. Bemærk at revet ikke rammes ved dyk G1, G3 og G5, hvorfor de er grå og ikke indgår i yderligere beregninger. Den gennemsnitlige, kumulerede dækningsgrad på revet (T) er 78,3 procent. Dækningsgraden (gns.kum.dæk.gr.) af etårige arter er 8,3 og af flerårige; 70 procent.

Transekt-ID	Position N-bredde/E-længde	Dybde (m)	Orden	Navn/observationer	Etårig (E) el. flerårig (F)	Kum.dæk.gr. af fasthæftede alger på stabil hård bund (pct.)
G1[1]	5450.0005 N 01000.7156 E	9,8	Rød	*Drivende rødalger* *Ingen fasthæftede alger* *Partikler i vandsøjlen*	E	-
G2	5449.6644 N 01001.1476 E	9,7	Rød Rød Rød Rød	30% Blodrød ribbeblad *(Delesseria sanguinea)* 30% Bugtet ribbeblad *(Phycodrys rubens)* 20% Kilerødblad *(Coccotylus truncatus)* 20% Ledtang *(Polysiphonia brodiaei)*	**F** **F** **F** **F**	E 0% F 100% T 100%
G3[1]	5449.3164 N 01002.6067 E	7,6	Brun Brun	100% strengetang *(Chorda filum)* 3% opportunistiske brunalger *(Pilayella littoralis, Ectocarpus Siliculosus)*	E E	103%
G4	5449.0454 N 01002.2952 E	6,6	Rød Brun Brun Brun Rød	8% Ledtang *(Polysiphonia brodiaei)* 10% Sukkertang *(saccharina latissima)* 10% strengetang *(Chorda filum)* 2% opportunistiske brunalger *(Pilayella littoralis, Ectocarpus Siliculosus)* 5% øvrige drivende opportunistiske rødalger Partikler i vandsøjlen, ringe sigtbarhed, ålegræs forekommer	**F** **F** E E (E)	E 17% F18% T 35%
G5[1]	5449.7238 N 01002.0341 E	6,6	Rød (B)[2]	15% øvrige drivende rødalger 25% ålegræs på finkornet sandbund Ringe sigtbarhed, partikler i vandsøjlen	E/F	-
G10	5450.1614 N 01000.4309 E	8,5		50% blodrød ribbeblad *(Delesseria sanguinea)* 40% vinget ribbeblad *(Membranoptera alata)* 8% rødfjer *(Plumaria elegans)* 2% sukkertang *(Saccharina latissima)*	**F** **F** E **F**	E 8% F 92% T 100%

[1] Revet rammes ikke
[2] Blomsterplante, (B)

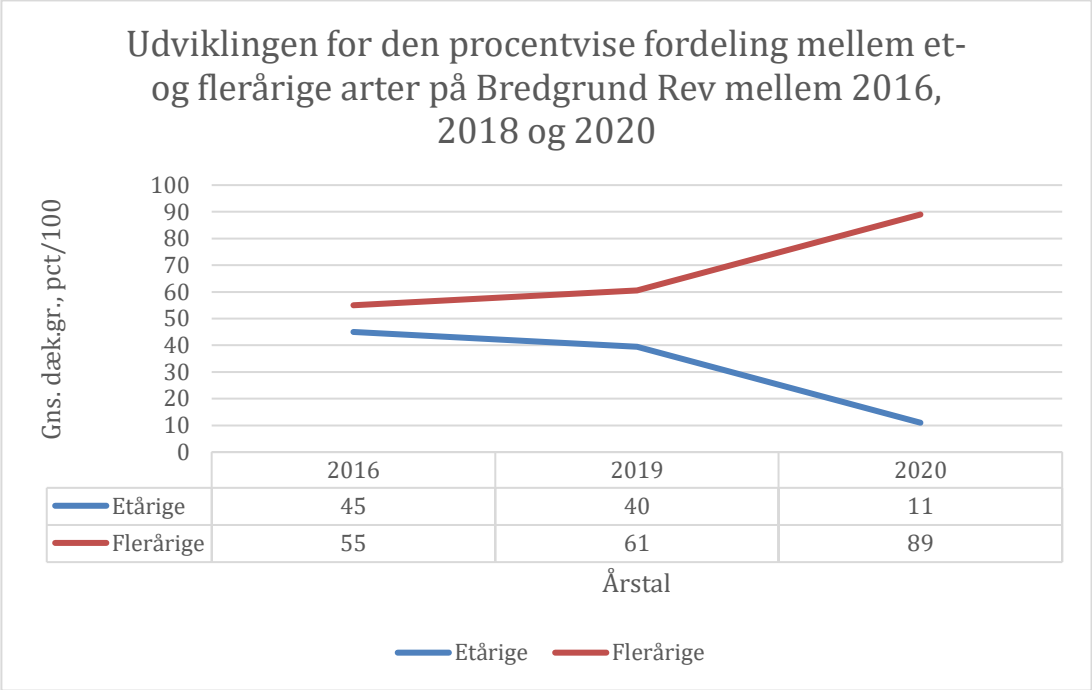
Tabel 15. Artsliste og gns.dæk.gr., artsniveau., Bredgrund Rev 2020. 9 forskellige arter er observeret på revet i 2020, heraf 6 flerårige og 3 etårige.

Navn	Etårig, (E)/Flerårig, (F)	Gns. dæk.gr. (pct.)
Delesseria sanguinea	**F**	26,7%
Phycodrys rubens	**F**	10%
Coccotylus truncatus	**F**	6,7%
Polysiphonia brodiaei	**F**	9,3%
Saccharina latissima	**F**	4%
Chorda filum	E	3,3%
Pilayella littoralis, Ectocarpus Siliculosus	E	0,7%
Membranoptera alata	**F**	13,3%
Plumaria elegans	E	2,7%

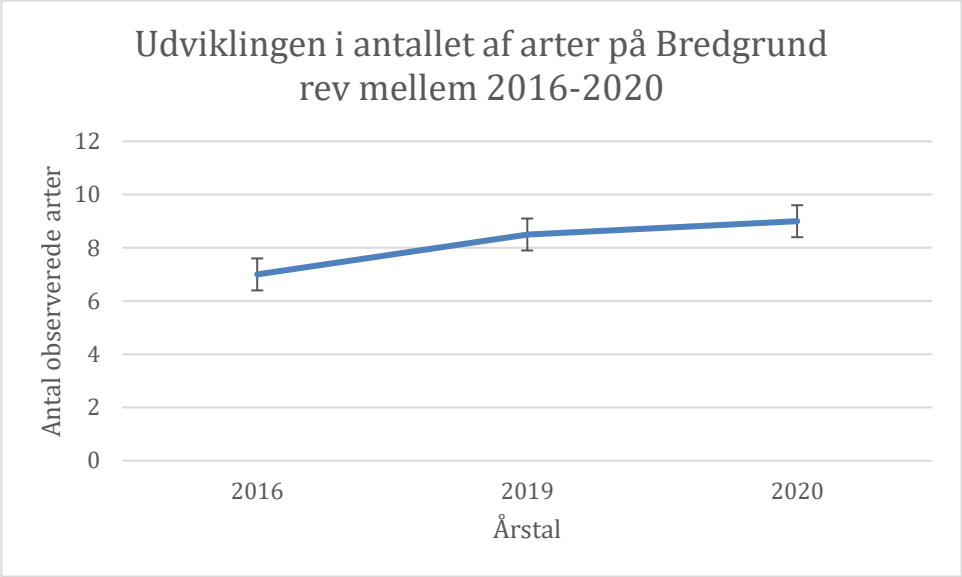


Figur 29 Oversigt over dominerende arter, Bredgrund 2020. Delesseria sanguinea (F) og Membranoptera alata (F) er de to mest dominerende arter på Bredgrund Rev i 2020, efterfulgt af Phycodrys rubens (F) og Polysiphonia brodiaei (F).

Forekomsten af et- og flerårige arter er i 2020 fordelt på 89% flerårige og 11% etårige/100. Figur 30 viser et gennemsnit af DTU Toppe- og Forskerrevs procentvise fordeling mellem et- og flerårige arter.



Figur 30. Udviklingen for fordelingen af den gennemsnitlige dækningsgrad af et- og flerårige arter på Bredgrund siden før udlægning af sten i 2016 indtil juli/august 2020. Den procentvise fordeling udvikler sig for flerårige arter fra 2016 til 2019 med +6%, og fra 2019-2020 med +28%, og for etårige arter fra 2016-2019 med -5%, og fra 2019-2020 med -29%.



Figur 31. Udviklingen i artsdiversiteten, Bredgrund Rev 2016-2020 er positiv.

4.2 Poseidons Rev

4.2.1 2019

På Poseidon Rev blev der foretaget vegetationsmonitering vha. stationære kameraer placeret på havbunden, samt vha. dykker med håndholdt kamera. I Tabel 16 vises, at både antallet af etårige makroalgearter-, og også

antallet af observationer af etårige makroalger, er højere end flerårige arter. Etårige arter observeres 52 gange i alt, og flerårige arter observeres 23 gange i alt. Balancen mellem arter (etårige/flerårige) er mere lige, hvor der observeres ni forskellige etårige arter, og syv forskellige flerårige arter. Den gennemsnitlige, totale dækningsgrad (T) er 147 procent, og den kumulerede dækningsgrad for arterne fordelt på et- og flerårige er 114 procent etårige og 40 procent flerårige.

Positioner

Tabel 16 Stationsoversigt på Poseidon Rev i hhv. juli og august 2019.

Periode	Kameratype	Position		Dybde
Juli 2019	håndholdt	N54.85448	E9.84609	5,8m
Juli 2019	stat kam	N54.8561	E9.83972	5,6m
August 2019	håndholdt	N54.85448	E9.83972	5,8m
August 2019	stat kam	N54.8561	E9.83972	5,6m

Arter observeret ved vegetationsundersøgelser af Poseidons Rev i sommeren 2019 er samlet i Tabel 17. Den gennemsnitlige dækningsgrad for hver makroalgeart, som observeres på revet, er angivet i Tabel 18. I analysen er etårige arter er angivet med E, og flerårige med **F**, total; T.

Tabel 17 viser observationer ved vegetationsundersøgelse på Poseidons rev, juli og august 2019.

Optagelse	Dybde	Orden	Navn	Latinsk navn	Etårig (E) el. flerårig (F)	Dæk.gr. af fasthæftede alger på stabil hård bund (pct.)	Total dæk.gr. (pct.)	Kumuleret dæk.gr., total (T), E/F (pct.)
Håndholdt 1 (august)*	5,8 m	Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	60%		
		Brun	Alm. dunalge	*Pilayella littoralis*	E	60%		
		Brun	Alm. vatalge	*Ectocarpus siliculosus*	E	60%		
		Brun	Alm båndtang	*Petalonia fascia*	**F**	<1%		
		Brun	Blæretang	*Fucus vesiculosus*	**F**	30%		
		Brun	Buletang	*Ascophyllum nodosum*	**F**	<1%		
		Brun	Pisketang	*Chordaria flagelliformis*	E	<1%		
		Brun	Skægtang	*Dictyosiphon foeniculaceus*	E	<1%		
		Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	<1%		
		Rød	Vinget ribbeblad	*Membranoptera alata*	**F**	65%		
		Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	<5%		
Total							*>100*	*T 285,0%* *E 183,0%* *F 102,0%*
Håndholdt 2* (august)	5,8 m	Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	90%		
		Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	<5%		
		Brun	Blæretang	*Fucus vesiculosus*	**F**	50%		
		Brun	Pisketang	*Chordaria flagelliformis*	E	<1%		
		Rød	Vinget ribbeblad	*Membranoptera alata*	**F**	65%		
		Brun	Alm. Dunalge	*Pilayella littoralis*	E	10%		
Total							*>100*	*T 221,0%* *E 106,0%* *F 115,0%*
Håndholdt 3 (august)	5,8 m	Brun	Alm. Dunalge	*Pilayella littoralis*	E	25%		
		Brun	Alm. Vatalge	*Ectocarpus siliculosus*	E	30%		

		Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	60%		
		Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	<5%		
		Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	<5%		
		Brun	Alm. kællingehår	*Desmarestia aculeata*	E	10%		
		Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	10%		
Total							*>100*	*T 145,0%* *E 140,0%* *F 105,0%*
Håndholdt 4 (august)	5,8 m	Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	5%		
		Brun	Alm. Dunalge	*Pilayella littoralis*	E	45%		
		Rød	Vinget ribbeblad	*Membranoptera alata*	**F**	60%		
		Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	10%		
		Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	70%		
		Brun	Skægtang	*Dictyosiphon foeniculaceus*	E	1%		
		Brun	Blæretang	*Fucus vesiculosus*	**F**	20%		
Total							*>100*	*T 211,0%* *E 131,0%* *F 80,0%*
Håndholdt 5 (august)	5,8 m	Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	95%		
		Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	<1%		
		Brun	Alm. Dunalge	*Pilayella littoralis*	E	50%		
		Rød	Vinget ribbeblad	*Membranoptera alata*	**F**	25%		
		Brun	Sukkertang	*Saccharina latissima*	**F**	<1%		
		Rød	Rød purpurhinde	*Porphyra purpurea*	E	10%		
Total							*>100*	*T 182%* *E 155%* *F 27%*
Stationær 1.1 (august)	5,6 m	Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	5%		
		Brun	Alm. Vatalge	*Ectocarpus siliculosus*	E	40%		
		Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	50%		
		Brun	Alm. Dunalge	*Pilayella littoralis*	E	20%		
Total							*>100*	*T 115%* *E 65%* *F 50%*
Håndholdt 1 (juli)	5,8 m	Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	15%		
		Brun	Alm. Dunalge	*Pilayella littoralis*	E	95%		
		Brun	Alm. vatalge	*Ectocarpus siliculosus*	E	5%		
		Rød	Vinget ribbeblad	*Membranoptera alata*	**F**	5%		
							>100	*T 120%* *E 115%* *F 5%*

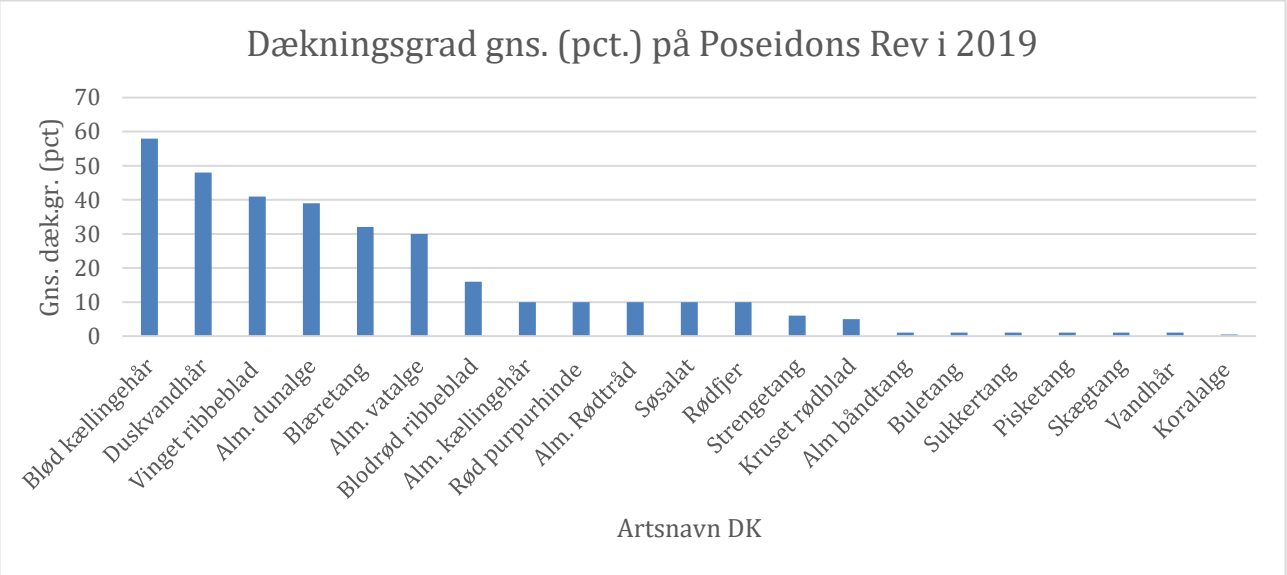
Håndholdt 2 (juli)	5,8 m	Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	10%		
		Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	70%		
		Rød	Vinget ribbeblad	*Membranoptera alata*	**F**	30%		
		Brun	Alm. Dunalge	*Pilayella littoralis*	E	20%		
		Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	25%		
Total							*>100*	*T 155%* *E 125%* *F 30%*
Håndholdt 3 (juli)	5,8 m	Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	40%		
		Brun	Alm. Dunalge	*Pilayella littoralis*	E	30%		
		Rød	Vinget ribbeblad	*Membranoptera alata*	**F**	40%		
		Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	5%		
		Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	25%		
		Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	1%		
		Rød	Koralalge	*Corallina officinalis*	**F**	0.5%		
		Grøn	Vandhår	*Cladophora sp.*	E	1%		
Total							*>100*	*T 102%* *E 61%* *F 41,5%*
Håndholdt 6 (juli)	5,8 m	Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	5%		
		Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	60%		
		Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	50%		
		Rød	Alm. Rødtråd	*Ceramium rubrum*	E	10%		
Total							*>100*	*T 125%* *E 125%* *F 0%*
Håndholdt 7 (juli)	5,8 m	Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	<5%		
		Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	65%		
		Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	20%		
		Rød	Alm. Rødtråd	*Ceramium rubrum*	E	<5%		
Total							>100	T 95% E 95% F 0 %
Håndholdt 8 (juli)	5,8 m	Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	<1%		
		Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	75%		
		Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	10%		
Total							>100	T 86% E 86% F 0%
Håndholdt 9 (juli)	5,8 m	Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	10%		

		Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	90%		
		Grøn	Søsalat	*Ulva lactuca*	E	<10%		
		Brun	Sukkertang	*Saccharina latissima*	**F**	<1%		
Total							>100	T 111% E 110% F 1 %
Håndholdt 10 (juli)	5,8 m	Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	100%		
		Brun	Sukkertang	*Saccharina latissima*	**F**	<1%		
Total							>100	T 101% E 100% F 1%
Håndholdt 11 (juli)	5,8 m	Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	70%		
		Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	30%		
		Rød	Kruset rødblad	*Phyllophora pseudoceranoides*	**F**	5%		
		Rød	Alm. rødtråd	*Ceramium rubrum*	E	15%		
		Rød	Rødfjer	*Plumaria elegans*	E	10%		
		Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	15%		
Total							>100	T 145% E 110 % F 35%

Tabel 18. Observerede arter ved vegetationsundersøgelse på Poseidons Rev i juli og august 2019. Den gennemsnitlige dækningsgrad er angivet i procent for hver art. Tabellen udgør ligeledes en artsliste for Poseidons Rev.

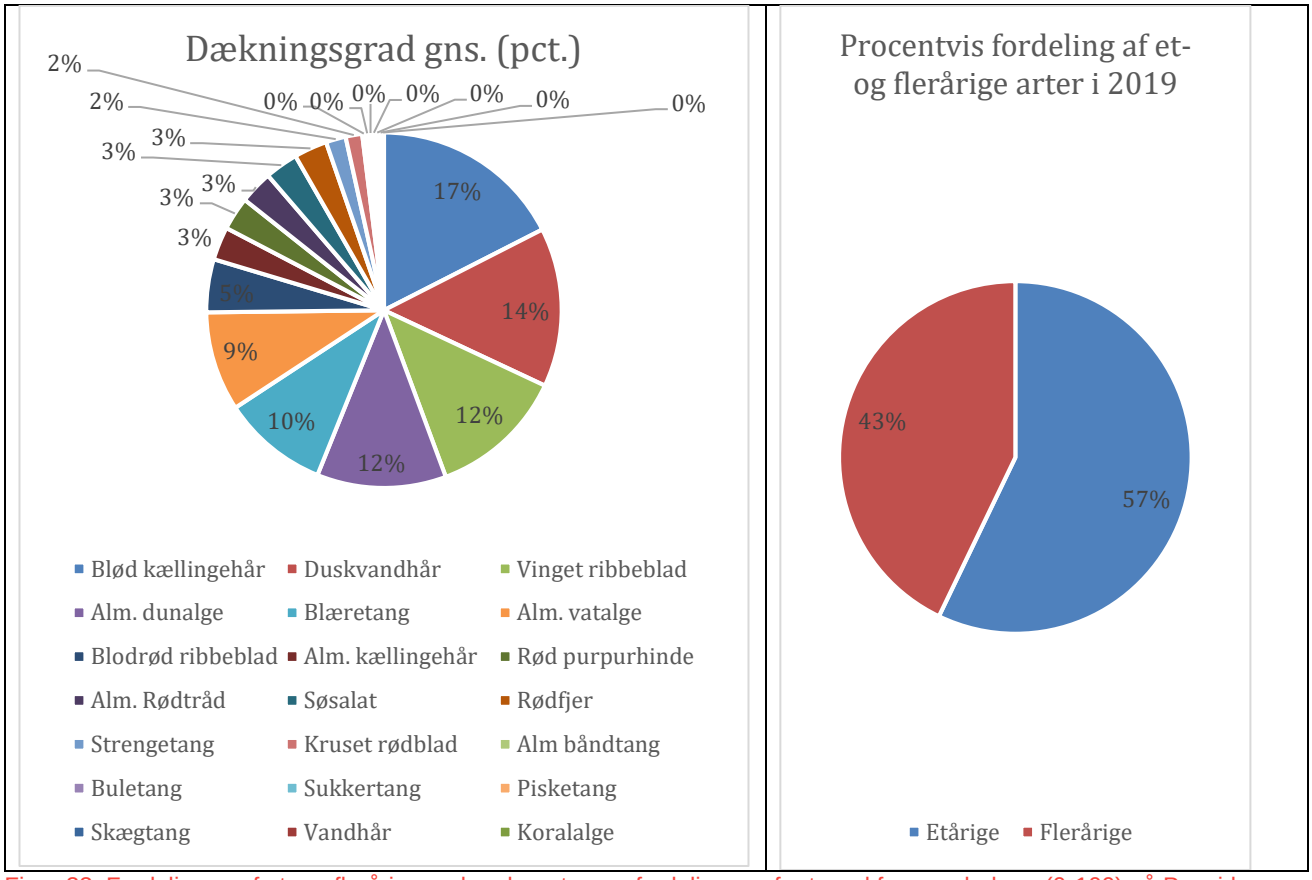
Orden	**Navn**	**Latinsk navn**	**Etårig/flerårig**	**Dækningsgrad gns. (pct.)**
Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	48
Brun	Alm. dunalge	*Pilayella littoralis*	E	39
Brun	Alm. vatalge	*Ectocarpus siliculosus*	E	30
Brun	Alm båndtang	*Petalonia fascia*	**F**	1
Brun	Blæretang	*Fucus vesiculosus*	**F**	32
Brun	Buletang	*Ascophyllum nodosum*	**F**	<1
Brun	Pisketang	*Chordaria flagelliformis*	E	<1
Brun	Skægtang	*Dictyosiphon foeniculaceus*	E	<1
Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	6
Rød	Vinget ribbeblad	*Membranoptera alata*	**F**	41
Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	16
Brun	Alm. kællingehår	*Desmarestia aculeata*	**F**	10
Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	58
Brun	Sukkertang	*Saccharina latissima*	**F**	<1
Rød	Rød purpurhinde	*Porphyra purpurea*	E	10
Rød	Koralalge	*Corallina officinalis*	**F**	<0.5
Grøn	Vandhår	*Cladophora sp.*	E	<1
Rød	Alm. Rødtråd	*Ceramium rubrum*	E	10
Grøn	Søsalat	*Ulva lactuca*	E	10
Rød	Kruset rødblad	*Phyllophora pseudoceranoides*	**F**	5
Rød	Rødfjer	*Plumaria elegans*	E	10

Registreringer viser, at både antallet af etårige makroalgearter-, og antallet af observationer af etårige makroalger, er højere end antallet af flerårige arter. Etårige arter observeres 52 gange i alt, og flerårige arter observeres 23 gange i alt. Balancen mellem arter (etårige/flerårige) er mere lige, hvor der observeres 12 forskellige etårige arter, og 9 forskellige flerårige arter. Disse er fordelt på i alt 43% flerårige- og 57% etårige arter, hvor de første 41% udgøres af etårige trådalger (Figur 32 og Figur **33**).



Figur 32 Fordelingen af makroalgearter ud fra et gennemsnit af observationer.

På Poseidons Rev blev der observeret en overvejende forekomst af røde- og brune arter, hvilket naturligt afspejler dybdeforholdene på 5,6-5,8 meter (Larsen, 2020). Flerårige, røde algearter udgør i alt 23%.



Figur 33. Fordelingen af et- og flerårige makroalgearter, og fordelingen af arter ud fra gns.dæk.gr. (0-100) på Poseidons Rev i 2019.

4.2.2 2020

Poseidons Rev har, i 2020, en gennemsnitlig, kumuleret dækningsgrad af makroalger på hård bund på 170,5 procent, og en kumuleret dækningsgrad af etårige arter på 118,9 procent, og af flerårige arter; 51,6 procent (Tabel **19**).

Tabel 19. Observationer ved vegetationsundersøgelse på Poseidons Rev i sommeren 2020.

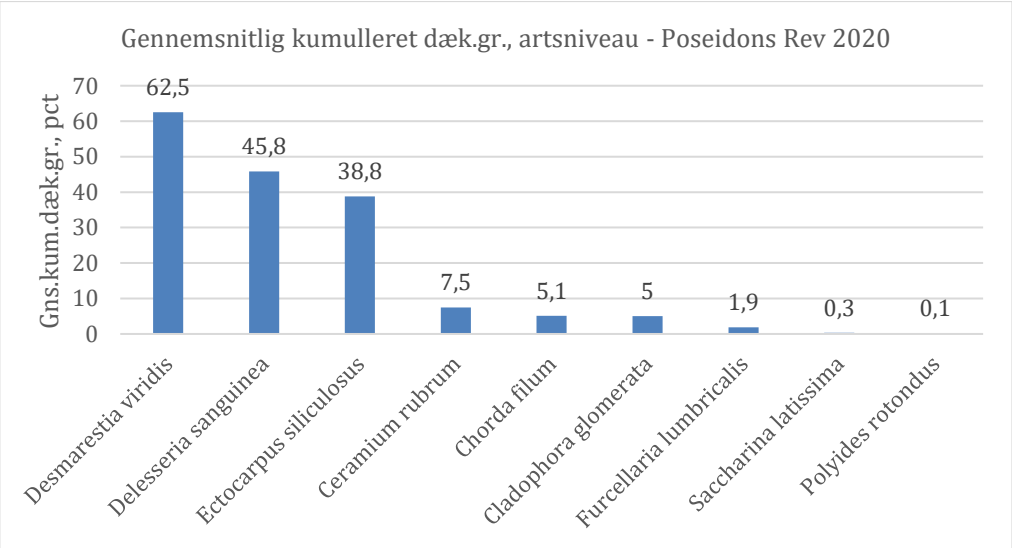
Video	**Temp.**	**Dybde, m**	**Orden**	**Navn/observationer**	**Etårig (E) el. flerårig (F)**	**Dæk.gr., artsniveau (pct.)**	**Samlede dæk.gr. af fasthæftede alger på stabil hård bund (pct.) jf. metode**	**Kumuleret dæk.gr., total (T), E/F (pct.)**
V3	13 grader	6,6 m	Rød Brun Brun Brun Rød Brun Rød	*Delesseria sanguinea* *Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis* *Desmarestia viridis* *Ceramium rubrum* *Chorda filum* *Furcellaria lumbricalis* *Sigt <5 m*	**F** E E E E E **F**	70% 80% 50% <5% <1% 5%	>100%	T 211,0% E 136,0% **F** 75,0%

V5	13 grader	6,4 m	Rød Rød Grøn Brun Brun Brun	*Delesseria sanguinea* *Furcellaria lumbricalis* *Cladophora glomerata* *Desmarestia viridis* *Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis*	**F** **F** E E E E	70% 10% 5% 20% 60%	>100%	T 165,0% E 85,0% **F** 80,0%
V7	13 grader	6,3 m	Brun Rød Rød Grøn Brun Brun Brun	*Desmarestia viridis* *Ceramium rubrum* *Delesseria sanguinea* *Cladophora glomerata* *Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis* *Chorda filum*	E E **F** E E E E	80% 10% 60% 5% 40% 5%	>100%	T 200,0% E 140,0% **F** 60,0%
V9	13 grader	6,1 m	Brun Rød Grøn Brun Brun	*Desmarestia viridis* *Delesseria sanguinea* *Cladophora glomerata* *Saccharina latissima* *Opportunistiske trådalger inkl. Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis*	E **F** E **F** E	90% 10% <5% <1% 30%	>100%	T <136,0% E <125,0% **F**<11,0%
V11	13 grader	6,3	Rød Brun Rød Brun Brun	*Delesseria sanguinea* *Desmarestia viridis* *Ceramium rubrum* *Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis* *Chorda filum*	**F** E E E E	25% 20% 10% 30% 10%	95%	T 95,0% E 70,0% **F** 25,0%
V13	13 grader	6,4	Brun Brun Brun Rød Brun Rød Grøn	*Saccharina latissima* *Desmarestia viridis* *Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis* *Polyides rotundus* *Chorda filum* *Delesseria sanguinea* *Cladophora glomerata*	**F** E E **F** E **F** E	<1% 90% 30% 1% 10% 30% 10%	>100%	T 172,0% E 140,0% **F** 32,0%
V15	13 grader	6,4	Brun Brun Brun Rød Grøn Rød Brun	*Desmarestia viridis* *Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis* *Delesseria sanguinea* *Cladophora glomerata* *Ceramium rubrum* *Chorda filum*	E E **F** E E E	70% 30% 70% 15% 5% 5%	>100%	T 195,0% E 125,0% **F** 70,0%
V23	13 grader	6,8	Rød Rød	*Ceramium rubrum*	E **F**	30% 60%	>100%	T 190,0% E 130,0%

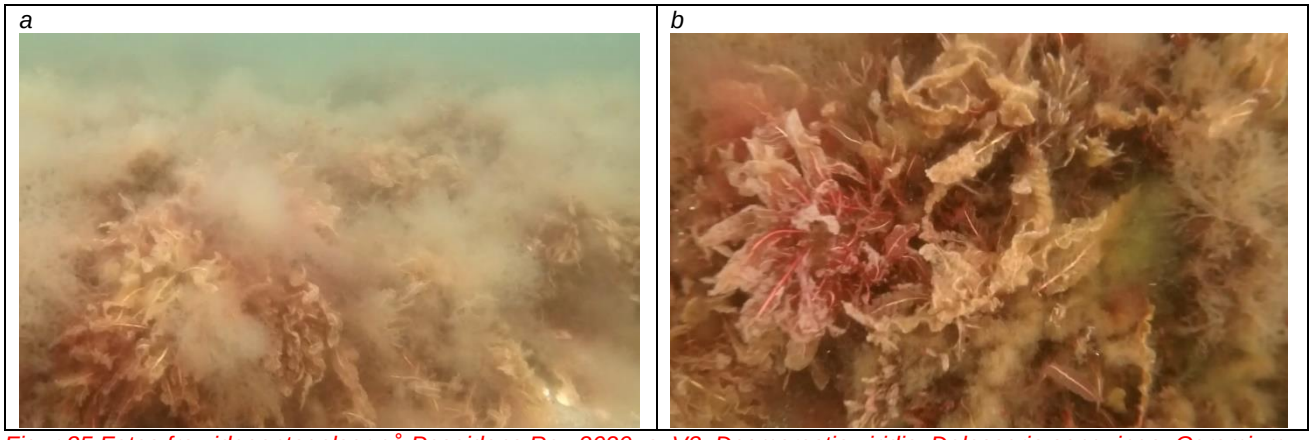
			Brun Brun Brun	*Delesseria sanguinea* *Desmarestia viridis* *Chorda filum* *Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis* *En del svampe*	E E E	80% 10% 10%		**F** 60,0%
(V27)	13 grader		(B)	*Ålegræsbed*				
V31	13 grader	6,4		*Havkarusser med rogn*				
Gns.dæk.gr. T, E og **F**								T 170,5% E 118,9% **F** 51,6%

Tabel 20. Artsliste og gns. dæk.gr., Poseidons Rev, sommer 2020. Der bliver i 2020 observeret 9 forskellige makroalgearter på revet, og der er balance mellem antallet af et- og flerårige arter. Dækningsgraden for etårige arter er 67,3 pct. højere end flerårige, og etårige arter dominerer hermed revet signifikant.

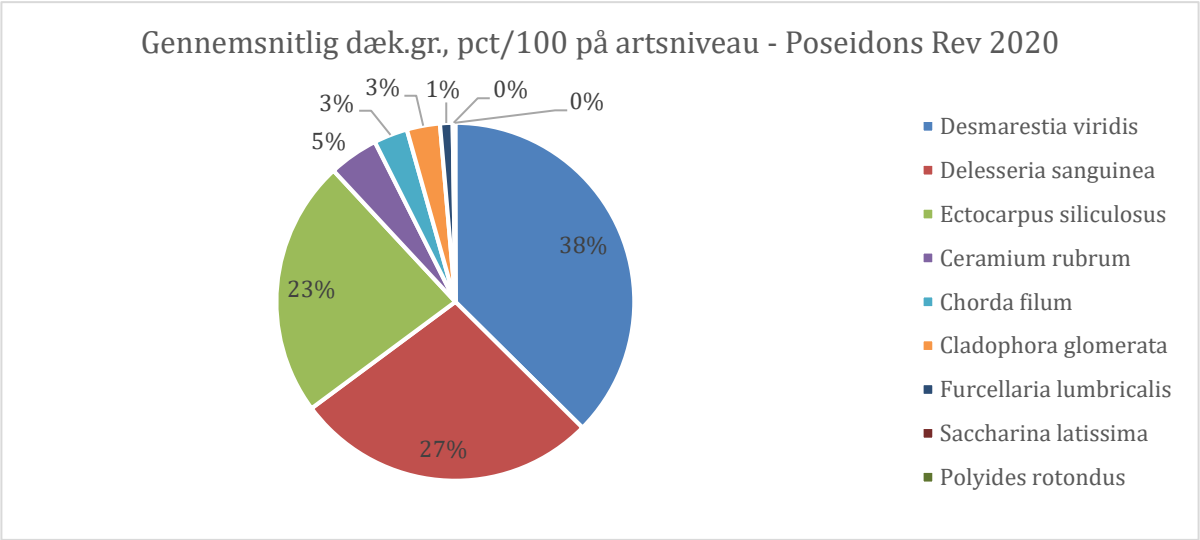
Orden	**Navn**	**Latinsk navn**	**Etårig/flerårig**	**Dækningsgrad gns. (pct.)**
Brun	Alm. vatalge, Alm. dunalge	*Ectocarpus siliculosus, Pilayella littoralis*	E	38,8
Brun	Strengetang	*Chorda filum*	E	5,1
Grøn	Duskvandhår	*Cladophora glomerata*	E	5,0
Brun	Blød kællingehår	*Desmarestia viridis*	E	62,5
Rød	Alm. rødtråd	*Ceramium rubrum*	E	7,5
Rød	Rødkløft	*Polyides rotundus*	**F**	0,1
Brun	Sukkertang	*Saccharina latissima*	**F**	0,3
Rød	Gaffeltang	*Furcellaria lumbricalis*	**F**	1,9
Rød	Blodrød ribbeblad	*Delesseria sanguinea*	**F**	45,8



Figur 34 Oversigt over makroalgearter observeret på Poseidons Rev i 2020, fordelt efter procentmæssig forekomst af kumuleret dækningsgrad. De 3 mest dominerende arter på Poseidons Rev i 2020, ud fra observationer, er Desmarestia viridis, Delesseria sanguinea og Ectocarpus/Pilayella.



Figur 35 Fotos fra videooptagelser på Poseidons Rev 2020. a: V3, Desmarestia viridis, Delesseria sanguinea, Ceramium rubrum. b. V5, Delesseria sanguinea, Cladophora glomerata, Ceramium rubrum.

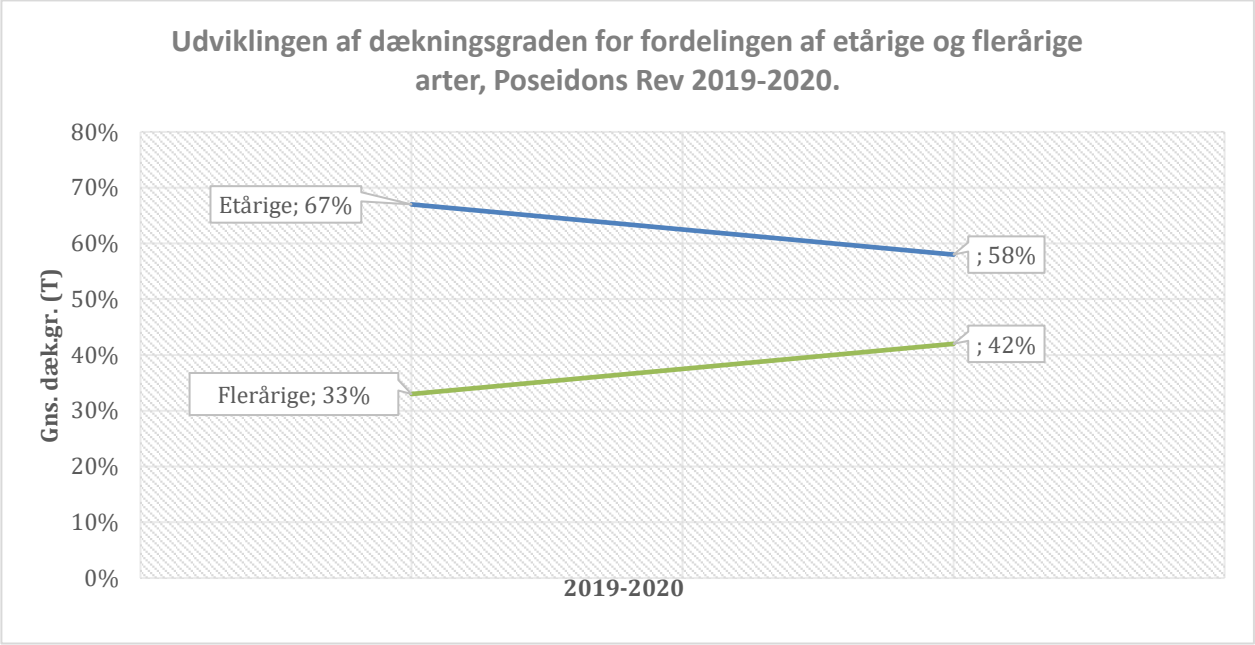


Figur 36 Procentvis fordeling af et- og flerårige arter på Poseidons Rev i 2020 ud fra den gennemsnitlige, kumulerede dækningsgrad. Desmarestia viridis, Ectocarpus og Pilayella, og Delesseria sanguinea udgør tilsammen 88/100%.

4.2.3 Udviklingen fra 2019-2020

Dækningsgrad

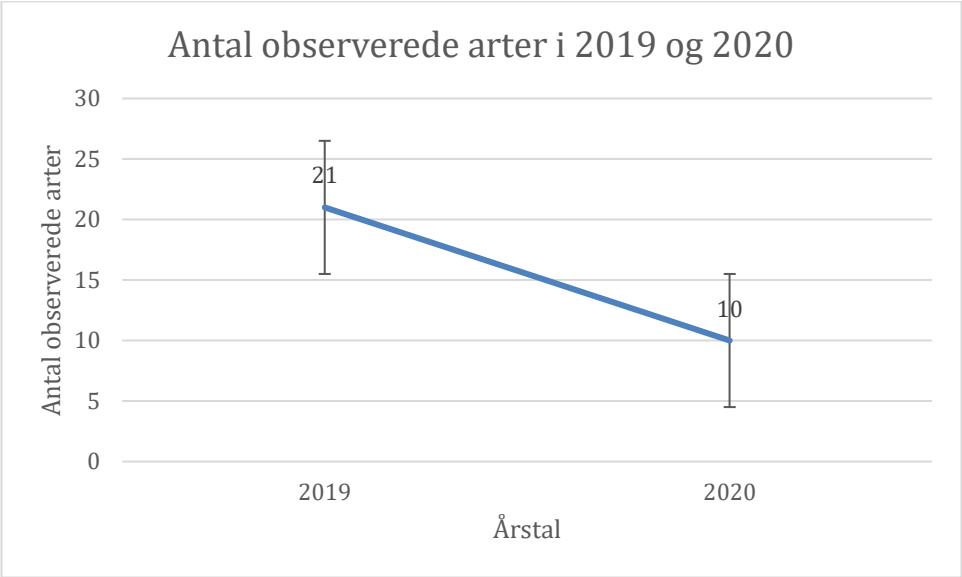
Balancen mellem et- og flerårige arter har, i perioden 2019-2020, udviklet sig positivt, idet de etårige arter er gået tilbage fra 67% til 58%, mens de flerårige arter er gået 9 procentpoint frem (Figur **37**).



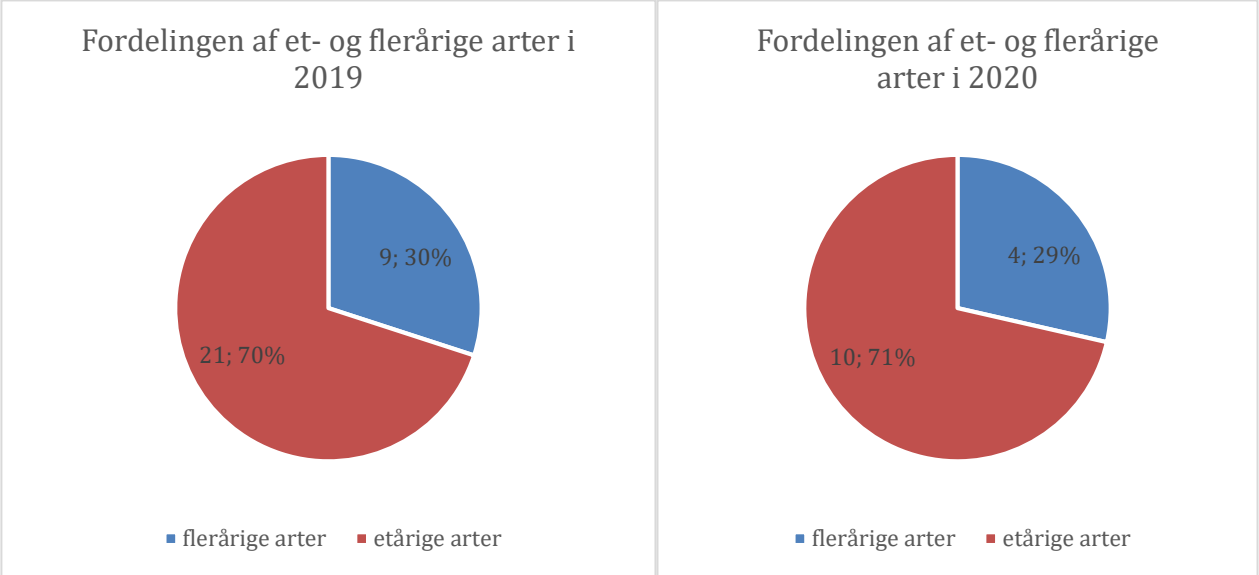
Figur 37. Udviklingen af dækningsgraden for fordelingen af et- og flerårige arter på Poseidons Rev mellem 2019 og 2020. Mellem 7. og 8. år efter genetableringen sker der en positiv udvikling for dækningsgraden af flerårige arter, som stiger med 9 procent. Ligeledes sker der en positiv udvikling for dækningsgraden af etårige arter, som falder med 9 procent.

Artsdiversitet

Der sker en negativ udvikling i antallet af arter (**Figur 38**).



Figur 38. Antallet af observerede arter på Poseidons rev i 2019 og 2020 falder mellem årene fra 21 til 10.



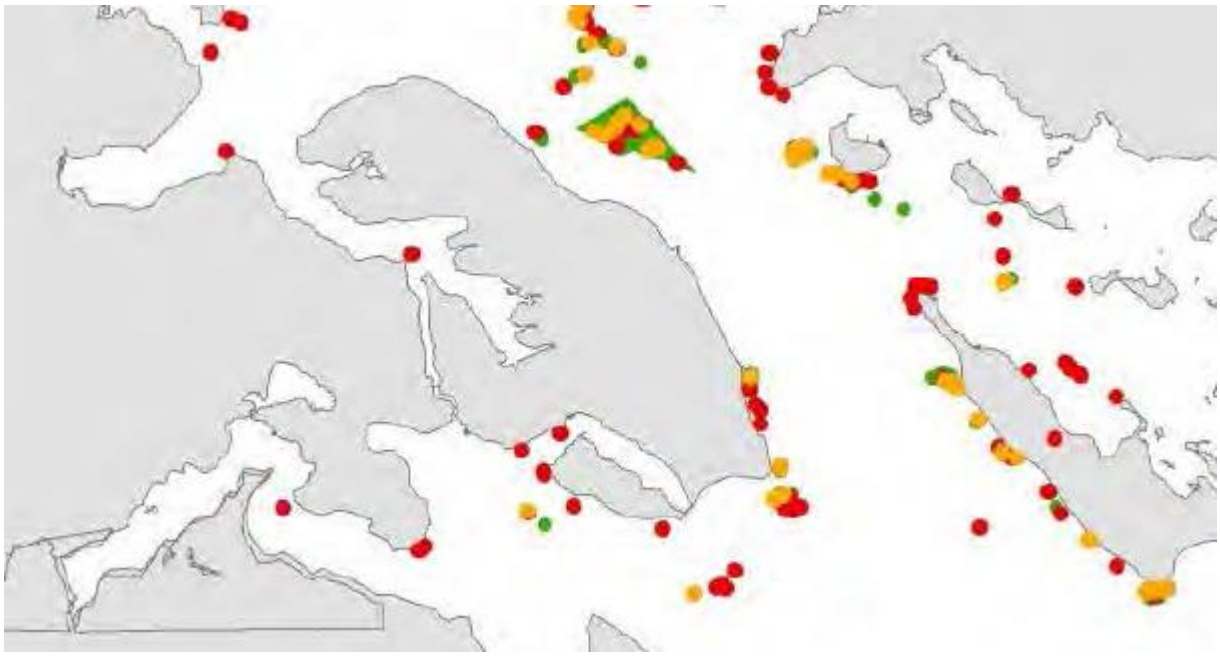
Figur 39. fordelingen af et- og flerårige arter mellem 2019 og 2020. Antallet af observationer af flerårige arter falder fra 9-4, og fra 21-10 for etårige. Den procentvise fordeling mellem et- og flerårige arter varierer indenfor en difference på 1% mellem årene.

5 DISKUSSION

5.1 FISKEUNDERSØGELSER

5.1.1 ANTAL OG BIODIVERSITET

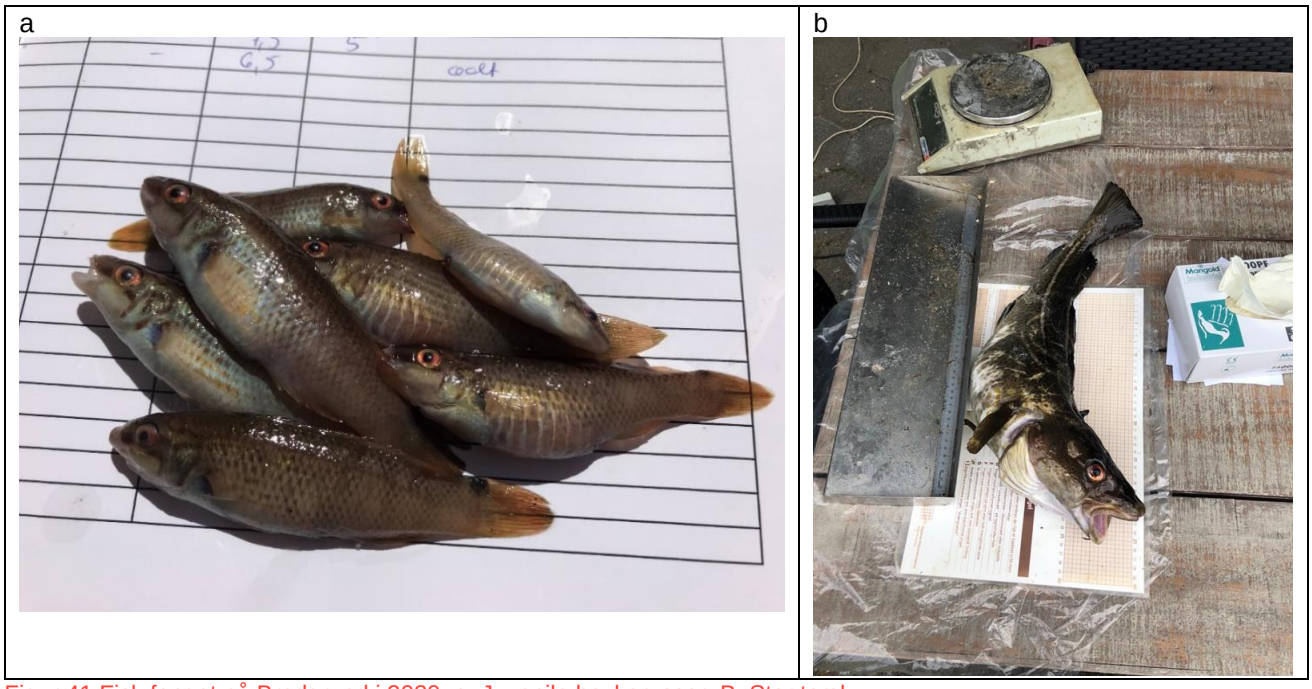
Før genetableringen af stenrev omkring Als var ising den mest dominerende art, både i antal og biomasse, som udgjorde hhv. 30% og 67% af den samlede fangst. Biomassemæssigt var de tre mest dominerende arter alle fladfisk, og til sammen udgjorde de 93% af den samlede biomasse af fisk fanget i 2016. Havkarusse var dog også forekommende i området og tyder på, at området, allerede før genetablering af stenrevene, også inkluderede hårdbundshabitater, idet havkarusse er en art, som typisk forekommer i højere tætheder nær hårdbundshabitater og udviser tiltrækning til denne type områder (Gjøsaeter, 2002). Forekomsten af hårdbundshabitater i området er forventeligt, eftersom der er fisket adskillige store sten væk gennem tiden, til brug i konstruktionen af havnemoler m.m. (Figur *40*)



Figur 40 Oversigt over områder med tidligere stenfiskeri. Orange punkt: Stenfiskeri foretaget af H.V. Christensen på fartøjet "Asta" 1967-1999. Rødt punkt: Andre stenfiskere. Grønt punkt: indrapporteret stenfiskeri til Naturstyrelsen. Grønne områder: indvindingsområder for stenfiskeri 1990-1991. Kortet er et uddrag af oprindeligt kort fra *(Stenberg & Kristensen, 2015)*.

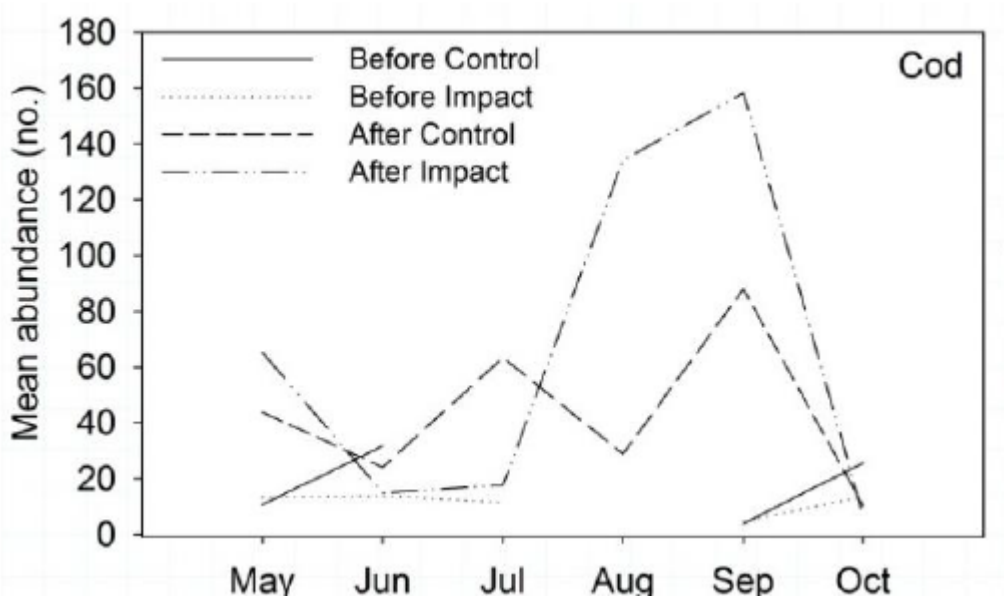
I 2018 – et år efter genetableringen, var den dominerende art, i forhold til antal, havkarusse (Figur 41). I forhold til biomasse var dominansen af fladfisk gået kraftigt tilbage, selv om rødspætten fortsat var dominerende i forhold til biomasse, og udgjorde 26% af den samlede biomasse. Alm. ulk og hvilling var i 2018 blevet dominerende både mht. antal og biomasse. Tre år efter genetableringen af stenrevene i 2020 var hvilling nu den dominerende art både i forhold til antal og biomasse. Torsk udgjorde i 2020 22% af den samlede biomasse af fisk fanget på Bredgrund – en fremgang på 17% fra 2018. Torsk udgjorde kun 0,5% af den samlede biomasse fanget i 2016, og torsk var således nærmest fraværende fra området før der blev genetableret stenrev på Bredgrund. Der er således sket en fremgang i antallet af torsk på revet uanset størrelse (Figur 41). Stenrevene med de etablerede tangskove må derfor forventes at give juvenile torsk bedre

mulighed fra at søge skjul for større prædatorer. Fremgangen i forekomsten i torsk i området antages at være et udtryk for habitatets kvalitet (Kristensen, et al., 2017) og at fødetilgængeligheden og muligheden for skjulesteder for juvenile torsk er forbedret med de huledannende stenrev og den efterfølgende dannelse af tangskove på revet. Det er veldokumenteret at antallet af arter, tætheden af individer pr. m^2, og ikke mindst biomassen af byttedyr, er signifikant højere på hårdbundshabitater med tangskove, sammenlignet med omkringliggende blødbundshabitater (Stål, et al., 2007) (Kristensen, 2016). Som følge heraf er væksten hos fisk ofte signifikant højere i områder med vegetation, sammenlignet med områder uden vegetation (Jeffres, et al., 2008).



Figur 41 Fisk fanget på Bredgrund i 2020. a: Juvenile havkarusser. B: Stor torsk

Forbedringen i habitatets kvalitet er understøttet af udviklingen i den biomasse, der er fanget i området pr. redskab pr. dag. I 2016 og 2018 blev der fanget hhv. 834 g og 655 g pr. redskab pr. dag. I 2020 var dette tal steget til 1.625 g – dvs. biomassen på revet er godt dobbelt så stor som før genetableringen af stenrev. Der er dog i undersøgelsen den fejlkilde, at fiskeundersøgelsen i 2020 blev foretaget i maj og ikke i august/september, som i de foregående år. Det kan derfor være vanskeligt at sammenligne resultaterne direkte. Dog tyder andre studier fra Helnæs Bugt (30 km fra Bredgrund) på, at dette forekomsten af torsk er størst i efteråret (Figur 42) (Kristensen, et al., 2015), og at resultaterne i nærværende studie derfor kan være en konservativ fortolkning af effekten af genetableringen af stenrev omkring Als.



Figur 42 Månedlige fangster af torsk i biologisk oversigtsgarn i Helnæs Bugt før og efter etablering af biogent rev i hhv. kontrol- og forsøgsområde. Resultatet af undersøgelsen tyder på at fangsten af torsk er størst i efteråret. Kilde: (Kristensen, et al., 2015)

Der blev, i nærværende undersøgelse, anvendt BACI-design for at teste og genetableringen af huledannende stenrev havde en signifikant effekt på fiskenes fordeling i området. For det genetablerede rev på 6 m dybde var der en signifikant krydseffekt mellem år og område. Dvs. at der var en signifikant forskel på fiskenes fordeling i området, som alene kunne tilskrives genetableringen af stenrevene. For revene på 9 m var denne effekt ikke signifikant, og forskelle i fiskenes fordeling skyldes forskelle mellem årene. Det er ikke usædvanligt, at man ser det stærkeste signal på stenrev på lavt vand, idet lignende resultater blev observeret på Læsø Trinden, hvor fiskeabundansen især steg på laveste områder (2-6 m) af den restaurerede stenrev (Støttrup, et al., 2014).

I 2016 – før genetableringen af stenrev på Bredgrund, var der en markant højere forekomst af sandbundsarter (særligt på 6 m dybde) sammenlignet med efter etableringen i hhv. 2018 og 2020. Torsk, sej og savgylte er udelukkende observeret i revområderne, og havkarusse (Figur 41) er også observeret i større antal i begge revområder. Gradvist er hårdbundsarterne øget i forekomst, indtil de i 2020 udgjorde 90% af individerne i både rev- og referenceområderne. Generelt dominerede revfiskene – både på de genetablerede rev, men også på referencestationerne. Dette kan indikere enten, at afstanden mellem rev- og referencestationerne har været for lille, og fiskene har bevæget sig mellem arterne, eller at området generelt er har udbredte hårdbundede områder. Når det tages med i betragtningen, at havkarusse allerede i 2016 (før genetableringen af rev) var blandt de mest dominerende arter, tyder det på, at det er sidstnævnte, der er tilfældet, eller potentielt en kombination af de to årsager.

I 2020 var pelagiske fisk kun fanget på revstationerne og ikke på referencestationerne, hvilket kan være et udtryk for en højere forekomst at tilgængelig føde nær de genetablerede rev sammenlignet med referencestationerne. De pelagiske arter fanget i 2020 var glaskutling (på 9 m dybde) og hornfisk (på 6 m dybde). Især hornfisk er som voksen en rovfisk, der æder mindre stimefisk, og det er derfor ikke usandsynligt, at hornfisken fouragerer på de små juvenile fisk, som er observeret på stenrevet.

5.1.2 STØRRELSESFORDELING

I 2020 udgjorde de store fisk en større procentdel af fangsterne på 9 m dybde i 2020, sammenlignet med tidligere år. Det tyder på, at der er kommet flere fisk af højere trofiske niveauer til. Det er dog også muligt, at resultatet skyldes en sæsonmæssig variation, idet fiskeundersøgelsen i 2020 blev foretaget i maj, og ikke i august/september, som i de foregående år. Dog ville der i maj kunne forventes en større procentdel af små juvenile fisk, som er klækket samme forår og bruger sommeren på at æde og vokse sig store i stenrevenes beskyttende tangskove. Dette taler derfor for, at der er kommet flere store fisk på de genetablerede rev sammenlignet med før udlægningen af stenrev.

I 2016 var gennemsnitslængden på torskfanget på Bredgrund 13,7 cm. I 2020 var torsk for første gang blandt de fire dominerende arter på revet. Gennemsnitslængden på torsk var i 2020 også steget til 27 cm i gennemsnit for alle stationerne på Bredgrund, mens gennemsnitslængden for torsk fanget specifikt på 6 m rev var over 30 cm. I 2016 var torskene på Bredgrund primært 0-2-årige, som fouragerede på invertebrater. I 2020 forekom også store torsk, som var pescivore og dermed lever af andre fisk idet det er påvist, at torsk i takt med at de vokser indtager i stadigt stigende grad en pescivor diæt (Høines & Bergstad, 1999). Dette er et klart billede af at genetableringen af stenrev på Bredgrund har øget kvaliteten af habitatet, og dermed øget biomassen af føde, så der nu er nok til at understøtte højere trofiske niveauer og topprædatorer, såsom torsk.

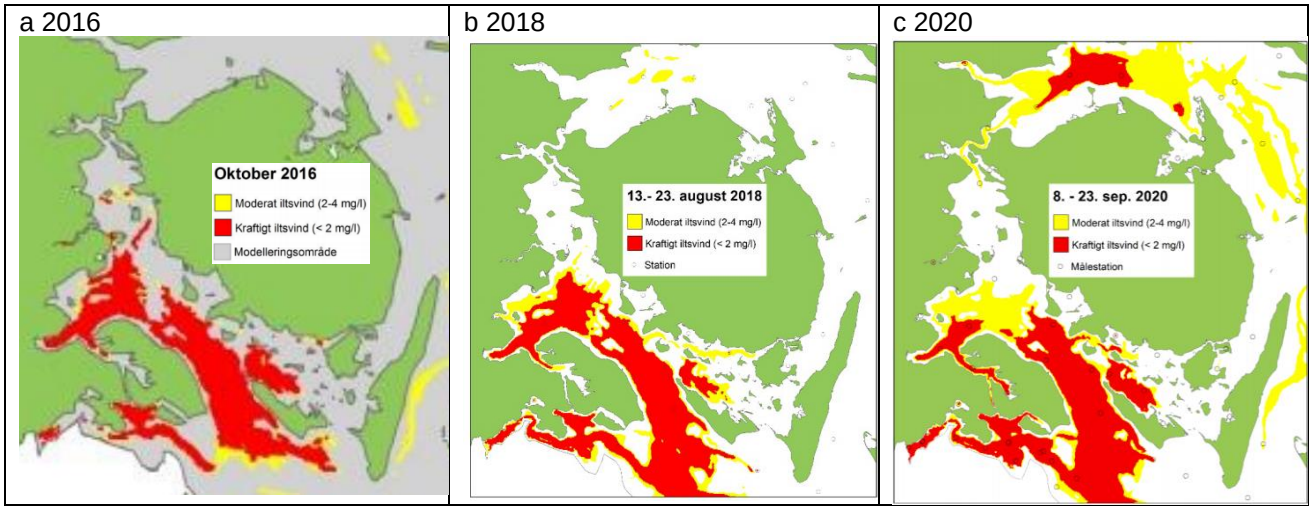
Det samme billede gør sig gældende for hvilling, hvor gennemsnitslængden af hvilling for alle stationer i 2016 lå på 12,1 cm. I 2020 var gennemsnitslængen øget til 18,7 for begge revområder. Det tyder igen på, at de genetablerede rev har været en succes, og nu kan understøtte højere trofiske niveauer med føde, idet hvilling overgår til indtage andre fisk som byttedyr fra de er ca. 15-20 cm (Timmerman, et al., 2020).

Lignende resultater er observeret på Blue Reef, hvor forekomsten af torskefisk (sej, hvilling, torsk og lubbe) var signifikant højere efter restaurering af huledannende stenrev på Læsø Trindel (Støttrup, et al., 2014). Især på de laveste dybder (2-6 m dybde) blev der observeret en positiv effekt. Det samme er tilfældet her, hvor forbedringen er mest markant på rev på 6 m dybde. Nærværende undersøgelse bekræfter således, at det er muligt at genetablere huledannende stenrev og derved øge kvaliteten af fiskehabitater.

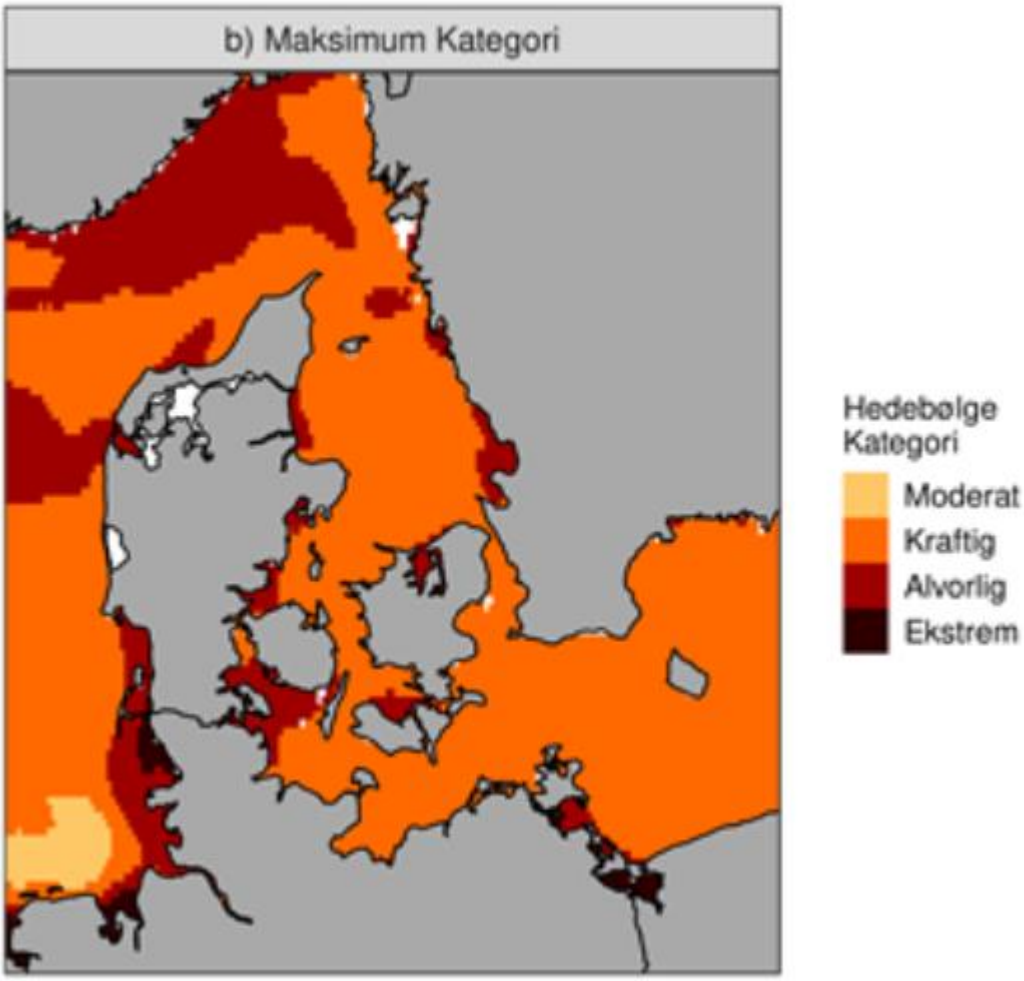
5.1.3 ANDRE PÅVIRKNINGER OG PERSPEKTIVERING

Farvandet omkring Als er et af de områder i Danmark, der årligt er ramt af moderat til kraftigt iltsvind i sensommeren, men udbredelsen og varigheden varierer fra år til år (Würgler Hansen, et al., 2016) (Würgler Hansen & Rytter, 2018) (Würgler Hansen & Rytter, 2020) (Figur *43*). Derudover optræder såkaldte marine hedebølger også i farvandet omkring Als, hvor der forekommer længere perioder med usædvanligt høje temperaturer (Payne & Falborg, 2018) (Figur *44*). Begge fænomener har en negativ påvirkning på fiskenes fordeling og tæthed. Dette kan være medvirkende til, at effekten af stenrevene var mindre end forventet i 2018. Fx var den biomasse, der blev fanget på revet i 2018 lavere end i 2016 – hhv. 650 g og 830 g. I 2018 foregik fiskeundersøgelserne kort efter både hedebølge og kraftigt iltsvind i området omkring Als. Resultatet af fiskeundersøgelserne foretaget i 2020 i maj viser en markant mere positiv effekt af genetableringen af stenrevene på Bredgrund.

Hvis der ses på fangstatistikker fra nærliggende områder (Nøglefiskerdata fra Flensborg Fjord samt ICES-data for vestlige Østersø), så har fangsterne af torsk generelt været lave for 2016-2019 (Støttrup, et al., 2020) (ICES, 2020). Dog var fangsterne af torsk højere i 2017, men i det år er der ikke foretaget fiskeundersøgelser på Bredgrund. Hverken Støttrup et al (2020) eller ICES (2020) omfatter dog fangststatistikker for 2020, og det er derfor uvist, hvorvidt der har været en generel stigning i forekomsten af torsk i den vestlige Østersø.



Figur 43 Registreringer af iltsvind i den vestlige del af Østersøen i hhv. 2016 (a), 2018 (b) og 2020 (c). Kilde a: uddrag af kort *(Würgler Hansen, et al., 2016)*. Kilde b: *(Würgler Hansen & Rytter, 2018)*. Kilde c: *(Würgler Hansen & Rytter, 2020)*.



Figur 44 Områder i Danmark hvor marine hedebølger forekommer *(Payne & Falborg, 2018)*.

5.2 VEGETATIONSUNDERSØGELSER

5.2.1 BREDGRUND REV

I 2016, før udlægning af sten, var substrater i området >100% dækket af vegetation. Forekomst af epifytter og etårige makroalgearter dominerede samfundet. Fucus-arter, *Delesseria sanguinea* og *Saccharina latissima,* var til stede i området, hvilket betyder, at sporer var til stede, og at der er potentiale for, at disse arter kan etablere sig på nye, genetablerede stenrev. Sigtbarheden er <5 meter, og det lader til, at der er en del støj i vandsøjlen, som medfører skærpede lysforhold. Den høje dækning af etårige arter, og lave dækning af epifauna og rodfast vegetation tyder på, at der kan være en høj næringsstoftilførsel. Den gennemsnitlige, kumulerede dækningsgrad er 224,5% for makroalger på stabil hård bund.

På DTU Toppe i 2019 indikerede forekomsten af *Chorda filum* og *Cladophora glomerata* rolige forhold med høj næringsstoftilgængelighed. Som kontrast blev *Saccharina latissima* observeret i en afkortet og robust form, hvilket som regel indikerer kraftig bølgeeksponering, eller at det er meget unge individer af arten, som samtidigt er en smule medtaget af fysisk forstyrrelse, mosdyr og epifytter. Under feltundersøgelsen blev der observeret en del fiskeyngel (uidentificeret), og både en bestand af kutlinger og havkarusser, som bl.a. lever af krebsdyr, der gemte sig i tangskoven. Vandet var noget klarere end ved Poseidons Rev. Der blev observeret løsrevet ålegræs.

På Forskerrevet var der, i 2019, en høj dækningsgrad af et- og flerårige arter. Flerårige arter dominerede på revet, og der var en god sigtbarhed og klart vand sammenlignet med Poseidons Rev. *Saccharina latissima* trivedes på revet i en stor bestand af unge individer. Dvs. fra 2016 til 2020 steg dækningsgraden for flerårige arter, og faldt for de etårige. En stigning i dækningsgraden for flerårige arter indikerer at revet er i positiv udvikling, og der blev ligeledes observeret en stigning i antallet af arter mellem 2016 og 2020.

I 2020 er Bredgrund Rev i positiv udvikling på begge parametrene; artsdiversitet for makroalger, og etablering af flerårige arter, samt en nedgang i forekomsten af etårige arter og opportunister. Den procentvise fordeling udviklede sig for flerårige arter fra 2016 til 2019 med +6%, og fra 2019-2020 med +28%, og for etårige arter fra 2016-2019 med -5%, og fra 2019-2020 med -29%. Udviklingen er herved positiv mellem alle måleårene efter etableringen af stenrev, og steg signifikant mellem 3. og 4. år.

Stigning i dækningsgraden for flerårige arter på Bredgrund Rev indikerede, at revet var i positiv udvikling, at fysiske forhold tillod flerårige arter at formere sig, at der var lys og næring, og at fysiske betingelser for vækst, vedligehold og formering generelt tillod gennemførelse af en flerårig livscyklus. Arterne kan fortælle noget om tilstanden i de fysiske forhold, herunder forudsætningerne for vækst og formering, i det omgivende miljø. Dette kan være med til at indikere, hvilke arter, de fysiske forhold tillader at gennemføre en hel livscyklus (Borum, 2017).

5.2.2 POSEIDONS REV

I 2019 var der en høj dækning af etårige epifytter. Epifytter kan være med til at skærpe lysforholdene, som tillader sund vækst hos værten. De mange etårige, trådformede alger kan være en indikation på, at de fysiske forhold ved revet primært tillader alger, som kun gennemfører en kort livscyklus, dvs. opportunistiske alger og mikroalger. Disse er ofte favoriseret i områder med høj næringsstoftilførsel. Sigtbarheden var <5 meter og der var tilsyneladende en høj partikeltæthed i vandsøjlen. På Poseidons Rev dominerede de røde algearter blandt

de flerårige arter i zonen omkring 5-6 meters dybde. Rødalger trives generelt på alle dybder og især >7 meter, hvilket er dybdetilsvarende (Larsen, 2020), men de er også den gruppe, som har de mindste lyskrav. Den høje forekomst at den grønne Duskvandhår *(Cladophora glomerata)* kan skyldes at en stor del løsrives, eller lever som opportunister da arten normalt trives i lavtvandslinjen ned til 1 meters dybde, hvor den ofte træffes i brakvand, eller ved et lavt saltindhold da den oprindeligt er en ferskvandsalge (G. Larsen, 2020).

I 2020 var Poseidons Rev i høj grad domineret af etårige trådalger og epifytalger. Sigtbarheden er <5 meter, og der blev observeret cirka 30% opportunistiske alger i vandsøjlen, som lod til at have en høj partikeltæthed, hvilket bidrager til en høj lysabsorption. På bunden var et ålegræsbed, og der er flere steder observeret fiskeyngel, hvilket indikerer at fisk yngler på stenrevet. Sukkertang blev observeret enkelte steder som enkeltindivider, men udgør på screeningerne <1 pct.
Iltforholdene var problematiske i området, og det er usikkert, hvorvidt stenrevet, med den høje dækning af etårige trådalger, som bundfælder og bruger sedimentets iltbuffer til nedbrydning, bidrager positivt eller negativt til iltdynamikken i området. Flerårige arter, som blev observeret her, var arter, der ikke stiller store krav til lysmængden. Det kan enten skyldes dybden og en lavere temperatur, eller også at fysiske forhold tvinger komplekst udformede arter af makroalger til at tage en ringere udformning.

Både i 2019 og 2020 domineres revet af den etårige trådalge, *Desmarestia viridis*, som fordobles mellem årene. Den dominerende, flerårige art på revet er i 2020 Blodrød ribbeblad, som registreres i 2019 som *Membranoptera alata*, vinget ribbeblad og i 2020 som *Delesseria sanguinea*, blodrød ribbeblad. Men ud fra de samlede vurderinger lader det til at det er *sanguinea*, som enten går i tidlig overvintring, og alternativt kan forvekslingen skyldes den markante stigning i forekomsten af *Desmarestia viridis* fra 17-38 pct. mellem 2019 og 2020. *Desmarestia viridis*, Blød kællingehår, udskiller en meget sur cellesaft når den dør, hvilket forsager et farveskift fra gul til grøn. Cellesaften kan affarve og ødelægge andre alger (Larsen, 2020), hvilket kan forklare det skravlede og afblegede udseende hos ribbebladet. Blodrød ribbeblad er dog i signifikant fremgang fra 12-27 procent mellem årene, dvs. med en stigning på 15 procent.
Blodrød ribbeblads blade slides ydermere tynde over sommeren, og kan sent på sommeren forveksles med vinget ribbeblad. Den træffes ofte på udsatte steder mellem 3-4 meters dybde (Larsen, 2020). Her observeres den i stort antal på knap 6 meters dybde, hvilket indikerer at den trives på revet, på trods af støj i vandsøjlen.

Udviklingen
Generelt blev der observeret et fald i antallet af arter mellem årene. Hændelsen kan skyldes et egentligt fald i artsdiversiteten i makroalgesamfundet, men det kan også til dels skyldes, at den høje dækningsgrad af *Desmarestia viridis*, og andre trådalger har forringet muligheden for at se, hvilke arter, som fandtes i lagene under denne art ved vegetationsundersøgelsen. En anden mulig forklaring kan være, at enkelte arter, som har udviklet sig meget, dominerer revet og favoriseres af tilgængelige ressourcer, som betinger væksten for skyggearterne.

Analysen viste at etårige arter fortsat var dominerende på Poseidons Rev 8 år efter genetableringen, men at revet er i fortsat fremgang. Etableringstiden for makroalgesamfund på nye stenrev varierer efter fysiske forhold. Balancen mellem lys, ilt, næringsstoffer, vind og vejr er afgørende for vækst- og etableringstiden, og disse varierer i høj grad mellem lokationer. Derfor kan etableringstiden ikke direkte sammenlignes mellem rev som f.eks. EU's Pilotrev ved Læsø Trindel. Derimod bør der fokuseres på stenrevets bidrag til den totale økosystemdynamik i det specifikke område. Dog vurderes stenrevene at være afgørende for tilstedeværelsen af makroalger.

Jf. ODA (Overfladevandsdatabasen) (Aarhus Universitet & Miljø- og Fødevareministeriet, 2021) var eutrofieringen i 2019 og 2020 højere i Kattegat, end i Flensborg Fjord og Det Sydfynske Øhav. I Kattegat, og andre mere åbne områder, vil udskiftningen i vandsøjlen naturligt være højere fordi tilstrømningsmulighederne fra omkringliggende farvande er bedre, og derfor vil vandet være mere iltet. En højere iltopløselighed kan

betyde en større kapacitet ift. nedbrydning af næringsfavoriserede mikroalger i vandsøjlen. Store forekomster af mikroalger kan reducere den fotiske zone, og dermed skabe mindre optimale lysforhold for substratbundne organismer. Hvis lysforholdene forringes, medfører det igen en mindre positiv effekt på iltforholdene i områder med makroalger, da de dermed producerer mindre ilt vha. fotosyntese.

Det lader til, at partikeltætheden i området er høj. Det kan evt. undersøges, om der er en signifikant partikeludvaskning fra kyster i området. Partikler i vandsøjlen gør lyset diffust, og det er muligt, at der ikke når meget lys ned til bunden, hvor saliniteten danner vækstgrundlag for større, flerårige arter. Derfor kan der være ringere forudsætninger for etableringen af flerårige arter, end ved f.eks. Læsø Trindel (EU's pilotrev), og etableringstiden for et stabilt samfund kan derfor være længere.

Referencetilstanden for de genetablerede rev, forudsætter en naturlig tilstand i de miljømæssige, fysiske forhold. Om revet er færdigetableret, afhænger derfor af målsætninger for ændringer i de fysiske forhold - f.eks. om ilt-, temperatur- og eutrofieringsniveau ændres. Eller om fokus skal være på at arbejde med erosion fra kysten, for at reducere mængden af partikler i vandsøjlen, og herved skabe bedre lysforhold.

Den procentvise fordeling af et- og flerårige arter viser en 1% stigning for etårige arter på revet mellem 2019 of 2020, og et 1% fald i antallet af flerårige arter. I 2019 blev der observeret 21 forskellige arter, og i 2020 var dette tal faldet til 10 arter. Dvs. at der har været et fald i observationer på artsdiversiteten på >50%. Analysen viste dog, at der mellem 7. og 8. år efter genetableringen skete en positiv udvikling for dækningsgraden af flerårige arter, som steg med 9% pr. 100. Ligeledes er der sket en positiv udvikling for dækningsgraden af etårige arter, som faldt med 9%. Revets makroalgesamfund viser herved en positiv men begrænset udvikling, som fremadrettet dog vil være følsom overfor svingninger i de mange fysiske variabler.

6 KONKLUSION

6.1 FISKEUNDERSØGELSER

Der var en signifikant forskel på fiskeforekomsten på det genetablerede stenrev på 6 m dybde. Resultatet viser, at der var tale om en krydseffekt af tid og område, dvs. at den signifikante ændring kan tilskrives stenrevet og ikke tid og område. Der var ikke samme signifikante forskel for fangsterne på 9 m dybde. Undersøgelsen her viser dog, at det har været muligt at forbedre fiskehabitater på Bredgrund ved at genetablere huledannende stenrev.

før genetableringen af huledannende stenrev på Bredgrund var de dominerende arter primært fladfiskearter såsom ising, rødspætte og pighvar. Der blev dog også fanget havkarusse, som indikerede at Bredgrund også omfattede hårdbundede områder. Dette er naturligvis forventeligt eftersom der er forekommet stenfiskeri i området, hvor man har fjernet mange af de store sten. Gradvist er forekomsten af rundfisk gået frem, så det i 2018 var havkarusse, ulk og hvilling, der var de dominerende arter. Endelig i 2020 er topprædatorer såsom torsk og hvilling blandt de dominerende arter sammen med havkarusse og ulk. Den højere forekomst af torsk på revet er et tydeligt tegn på, at kvaliteten af fiskehabitatet er øget med genetableringen af stenrevene. Dette understøttes af at den biomasse, der fanges på revet, er fordoblet i perioden 2016 til 2020.

Generelt er der kommet flere store fisk på Bredgrund efter genetableringen af huledannende stenrev i området. Særligt er størrelsesfordelingen af torsk og hvilling steget markant i 2020, sammenlignet med 2016. Det tyder på, at genetableringen af stenrevene har øget kvaliteten af fiskehabitatet, så de nu også kan understøtte topprædatorer og højere trofiske niveauer med tilstrækkelige mængder føde. Der var, generelt set, kommet flere torsk uanset størrelse på det genetablerede stenrev i 2020, sammenlignet med før udlægningen af stenrev. Stenrevene med de etablerede tangskove giver således øgede muligheder for juvenile torsk at søge skjul for større prædatorer. De huledannende stenrev har således også forbedret levevilkårene for de mindre arter. Nærværende undersøgelse viser således, at det er muligt at genetablere huledannende stenrev og derved øge kvaliteten af fiskehabitater.

6.2 VEGETATIONSUNDERSØGELSER

På Bredgrund Rev er der, i perioden 2016-2020, observeret en stigning i antallet af observerede arter, herunder fra 7 til 9 arter. Derudover er der sket en øgning i dækningsgraden for flerårige arter, hvilket indikerer et rev i positiv udvikling. I 2020 dominerede flerårige arter i forhold til dækningsgrad, idet de fire mest dominerende arter var flerårige. I 2020 er Bredgrund Rev i positiv udvikling på begge parametrene; artsdiversitet for makroalger og etablering af flerårige arter, samt en nedgang i forekomsten af etårige arter og opportunister. Den procentvise fordeling udvikler sig for flerårige arter fra 2016 til 2019 positivt med +6%, og fra 2019-2020 med +28%, og for etårige arter fra 2016-2019 positivt med -5%, og fra 2019-2020 med -29%. Udviklingen er herved positiv mellem alle måleårene efter etableringen af stenrev, men stiger signifikant mellem 3. og 4. år.
Bredgrund havde, i 2020, generelt klart vand og god sigtbarhed. Det var derfor også de dybdesvarende brune og røde arter, der dominerede revet.

På Poseidons Rev er etårige arter fortsat dominerende otte år efter genetableringen. Revets makroalgesamfund viser en positiv, men langsommere udvikling, sammenlignet med Bredgrund Rev. Og udviklingen af et sundt makroalgesamfund og stenrev, vil fremadrettet være følsom overfor svingninger i de mange fysiske variabler.

7 TAK TIL

Undersøgelserne på Poseidons Rev blev sponsoreret af Hedeselskabet. Stor tak for muligheden for at undersøge udviklingen i samfundet på denne lokation.

HEDESELSKABET

Grøn innovation siden 1866

8 REFERENCER

Borum, J., 2017. Havbundens Planter. I: *Naturen i Danmark - Havet 2. udgave.* København K: Gyldendal, pp. s. 151-154.

Eigaard, O., Støttrup, J. & Hovgård, H., 2000. *Udvikling af standard garnserie til brug ved bestandsanalyse af flad- og rundfisk i marine lavvandede områder,* Charlottenlund: Danmarks Fiskeriundersøgelser.

G. Larsen, J. &. H. P., 2020. *Tang.* Aarhus: Naturhistorisk Museum.

Gjøsaeter, J., 2002. Distribution and density of goldsinny wrasse (Ctenolabrus rupestris) (Labridae) in the Risør and Arendal areas along the Norwegian Skagerrak coast. *Sarsia*, 87, pp. 75-82.

Hansen, J. &. H. S., 2019. *Marine områder 2018, 156 s. - Videnskabelig rapport fra DCE nr. 355,* Aarhus: NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

Høines, Å. & Bergstad, O., 1999. Resource sharing among cod, haddock, saithe and pollack on a herring spawning ground. *J Fish Biol*, 55, pp. 1233-1257.

ICES, 2020. *ICES Advice on fishing opportunities, catch and effort. Cod (Gauds morhua) in subdivision 22-24, western Baltic stock (western Baltic Sea),* Copenhagen: ICES.

Jeffres, C., Opperman, J. & Moyle, P., 2008. Ephemeral floodplain habitats provide best growth conditions for juvenile Chinook salmon in a California river. *Environ Biol Fishes*, 83, pp. 449-458.

Kristensen, L., 2016. *The importance of habitat structure for the distribution and behaviour of demersal fish. PhD Thesis..* Charlottenlund: DTU Aqua. National Institute of Aquatic Resources.

Kristensen, L. et al., 2015. Establishment of blue mussel beds to enhance fish habitats. *APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH*, 13(3), pp. 783-798.

Kristensen, L. et al., 2017. Behavioural changes of Atlantic cod (Gadus morhua) after marine boulder reef restoration: Implications for coastal habitat management and Natura 2000 areas. *Fisheries Management and Ecology*, 24 (5), pp. 353-360.

Larsen, J. C. G. &. H. P. J., 2020. *Tang.* Århus: Naturhistorisk Museum.

Muus, B. & Nielsen, J., 2006. *Havfisk og fiskeri i Nordvesteuropa.* 6. udgave red. København: Gyldendal.

Payne, M. & Falborg, H., 2018. *DTU Aqua.* [Online]
Available at: https://www.aqua.dtu.dk/english/news/2018/09/the-sea-around-denmark-hit-by-marine-heat-waves?id=73514332-50f3-4a32-95b5-365278e7b0a5
[Senest hentet eller vist den 20. Marts 2020].

Rai, L. C. &. G. J. P., 2001. *Algal Adaption to Enviromental Stresses.* Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York.

Stenberg, C. & Kristensen, L., 2015. *Stenrev som gyde- og opvækstområde for fisk. DTU Aqua-rapport nr. 294-2015,* Charlottenlund: Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

Støttrup, J. et al., 2020. *Registrering af fangster med standardredskaber i de danske kystområder. Nøglefiskerrapport for 2017-2019. DTU Aqua-rapport nr. 375-2020.,* Lyngby: DTU Aqua, Institut for Akvatiske Ressourcer.

Støttrup, J. et al., 2014. Restoration of a Temperate Reef: Effects on the Fish Community. *Open Journal of Ecology*, 4, pp. 1045-1059.

Stål, J., Pihl, L. & Wennhage, H., 2007. Food utilisation by coastal fish assemblages in rocky and soft bottoms on the Swedish west coast: Inference for identification of essential fish habitats. *Estuar Coast Shelf Sci*, 71, pp. 593-607.

Timmerman, C.-A.et al., 2020. Seasonal and ontogenetic variation of whiting diet in the Eastern English Channel and the Southern North Sea. *PLoS ONE*, 15(9), p. e0239436.

Torp, K., 2013. *Biokemibogen.* Århus: Nucleus Forlag ApS.

Würgler Hansen, J. & Rytter, D., 2018. *Iltsvind i de danske farvande i juli-august 2018. Rapporteringsperiode: 1. juli-23. august,* s.l.: Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.

Würgler Hansen, J. & Rytter, D., 2020. s.l.: Aarhus Uiversitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.

Würgler Hansen, J., Rytter, D. & Skovbjerg Balsby, T., 2016. *Iltsvind i de danske farvande i september-oktober 2016. Rapporteringsperiode: 22. september – 26. oktober,* s.l.: Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.

Aarhus Universitet & Miljø- og Fødevareministeriet, 2021. *https://odaforalle.au.dk/login.aspx.* [Online] [Senest hentet eller vist den 1 april 2021].